

3.1.1 NASLOVNA STRAN NAČRTA

PODATKI O GRADNJI

naziv gradnje	Fotonapetostni elektrarni na Verovškovi 70
kratek opis gradnje	
VRSTE GRADNJE	☐ NOVOGRADNJA - NOVOZGRAJEN OBJEKT
<i>označiti vse ustrezne vrste gradnje</i>	☐ NOVOGRADNJA - PRIZIDAVA
	☐ REKONSTRUKCIJA
	☐ SPREMEMBA NAMEMBNOSTI
	☐ ODSTRANITEV CELOTNEGA OBJEKTA
	☐ LEGALIZACIJA
	☐ MANJŠA REKONSTRUKCIJA
	☒ VZDRŽEVALNA DELA

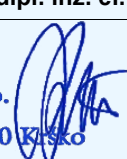
PODATKI O PROJEKTNI DOKUMENTACIJI

vrsta dokumentacije	PZI - proj. dokumentacija za izvedbo gradnje
številka projekta	599/2024

PODATKI O NAČRTU

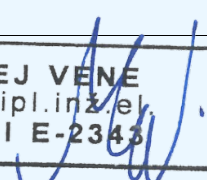
strokovno področje načrta	3 - Načrt s področja elektrotehnike
naziv načrta	/
številka načrta	SIP599.1-PZI.E03
datum izdelave	oktober 2024
datum spremembe	/

PODATKI O PROJEKTANTU NAČRTA

projektant načrta (naziv družbe)	Sipro Inženiring d.o.o.
naslov	Cesta krških žrtev 135c, 8270 Krško
odgovorna oseba projektanta načrta	mag. Franc Katič, univ. dipl. inž. el.
podpis odgovorne osebe projektanta načrta	 SIPRO INŽENIRING d.o.o. CKŽ 135c, SI-8270 Krško

Enotni žig
projektanta:

PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA

ime in priimek pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	Matej Vene, univ. dipl. inž. el.
identifikacijska številka	E-2343
podpis pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	 MATEJ VENE univ. dipl. inž. el. IZS PI E-2343

Enotni žig
id. številko:

Sodelavci:

Mateja Hrastovšek, dipl. inž. el. (UN) (SIPRO)
Peter Gričar, univ. dipl. inž. el. (SIPRO)
Dr. Katerina Božič, mag. inž. el. (JB Energija)
Simon Per, dipl. inž. el. (JB Energija)
Jasmina Arsova, mag. inž. el. (JB Energija)

PRILOGA 2C

Stran/strani: 1/1

3.1.2 IZJAVA PROJEKTANTA NAČRTA IN POOBLAŠČENEGA STROKOVNJAKA, KI JE IZDELAL NAČRT V PZI IN PID

PROJEKTANT NAČRTA

projektant načrta (naziv družbe)	Sipro Inženiring d.o.o.
naslov	Cesta krških žrtev 135c, 8270 Krško
odgovorna oseba projektanta načrta	mag. Franc Katič, univ. dipl. inž. el.

IN POOBLAŠČENI STROKOVNJAK, KI JE IZDELAL NAČRT

pooblaščen strokovnjak	Matej Vene, univ. dipl. inž. el.
------------------------	----------------------------------

IZJAVLJAVA:

da načrt

vrsta dokumentacije	PZI - proj. dokumentacija za izvedbo gradnje
strokovno področje načrta	3 - Načrt s področja elektrotehnike
naziv načrta	/
številka načrta	SIP599.1-PZI.E03
datum izdelave	oktober 2024

upošteva relevantne predpise in druge normativne dokumente ter da so upoštewane ustrezne bistvene in druge zahteve.

pooblaščen strokovnjak	Matej Vene, univ. dipl. inž. el.
identifikacijska številka	E-2343
podpis pooblaščenega strokovnjaka	MATEJ VENE univ. dipl. inž. el. IZS PI E-2343 Enotni žig z id. številko:
odgovorna oseba projektanta načrta	mag. Franc Katič, univ. dipl. inž. el.
podpis odgovorne osebe projektanta načrta	SIPRO ■ INŽENIRING ■ d.o.o. CKŽ 135c, SI-8270 Krško Enotni žig projektanta:

3.3 KAZALO VSEBINE NAČRTA

Št.	Dokument
3.1	Naslovna stran načrta
3.2	Izjava projektanta načrta in pooblaščenega strokovnjaka, ki je izdelal načrt v PZI in PID
3.3	Kazalo vsebine načrta
3.4	Kazalo vsebine projekta
3.5	Tehnično poročilo
3.6	Popis del in materiala
3.7	Grafični prikazi

3.4 KAZALO VSEBINE PROJEKTA

NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE

SIP599.1-PZI.E03

Načrt elektrotehnike – **SIPRO INŽENIRING**

3.5 TEHNIČNO POROČILO

Kazalo tehničnega poročila

Kazalo tehničnega poročila	2
3.3.1 UVOD	3
3.3.1.1 Splošno	3
3.3.1.2 Uporabljeni standardi in predpisi ter smernice	4
3.3.2 Postavitev opreme	7
3.3.3 Oprema FE	7
3.3.3.1 Fotonapetostni moduli	7
3.3.3.2 Razsmerniki	8
3.3.3.3 Zbirne elektro omare	10
3.3.3.4 Priključitev fotonapetostne elektrarne	10
3.3.3.5 Kablovod in kableske trase	11
3.3.3.5.1 Komunikacije	16
3.3.3.5.2 Strelovodna zaščita in izenačitev potencialov	16
3.3.3.5.3 Prenapetostna zaščita	17
3.3.3.6 Gradbena dela	17

3.5.1 Uvod

3.5.1.1 Splošno

Investitor JAVNO PODJETJE ENERGETIKA LJUBLJANA d.o.o. (v nadaljevanju Energetika Ljubljana) načrtuje gradnjo fotonapetostne elektrarne (FE) za proizvodnjo električne energije na obstoječem objektu 717/9, k.o. 1738 - Dravlje, na naslovu Verovškova 70, 1000 Ljubljana. Na podlagi dogovorjenih rešitev sledi pričujoči načrt projekt za izvedbo (PZI) s področja elektrotehnike.

Predvidena moč sončne elektrarne bo 391,6 kWp na strani DC in 350 kW na strani AC. Od tega bo FE Verovškova Ljubljana 1 imela moč 176 kWp, FE Verovškova Ljubljana 2 pa 215,6 kWp. Elektrarna bo priključena po PS.2 shemi in bo sestavljena iz generatorja s sončnimi moduli, razsmernikov, stikalnega bloka SB/AC in ločilno-merilne omare LMO-SE.

Pred montažo sončnih modulov bo pooblaščen statik opravil statično presojo nosilnosti strešne konstrukcije. Skupaj z namestitvijo FE bo potrebno izvesti strelovodni sistem za doseganje zahtevanega zaščitnega nivoja.

Pri pripravi PZI projekta so upoštevane zahteve iz predhodno izdanega soglasja za priključitev št. 1504826.

Izvajalec elektroinstalacijskih del je dolžan uporabiti in vgraditi elektroinstalacijski material po veljavnih tehniških predpisih in standardih. V kolikor se uporabi material, ki ni izdelan po standardih, je potrebno investitorju oz. nadzornemu organu in inšpekcijskim službam predložiti ustrezne certifikate oziroma ateste za tak material.

Investitor in izvajalec elektroinstalacijskih del sta dolžna pred pričetkom del preveriti usklajenost posameznih faz projektov in način izvedbe del.

Demontaže, prestavitve in predelave električnih inštalacij je potrebno izvajati v breznapetostnem stanju. Izklopljene dele inštalacije je potrebno primerno označiti in zavarovati pred ponovnim vklopom.

Projekt za izvedbo (PZI) je narejen na podlagi vhodnih podatkov, ki so bili na voljo s strani Investitorja oziroma Naročnika.

Naročnik bo izvedel javni razpis za opremo, ki bo s strani najustreznejšega ponudnika tehnično in ekonomsko optimirana glede na njegove tehnične rešitve in PZR oz. PZI. Zato bo izvedba v detajlih lahko tudi ne bistveno odstopala od izvedbe v tej dokumentaciji, a v nobenem primeru ne bo odstopala od temeljnih zahtev in usmeritev. Izdelala se bo revizija dokumentacije PZI, ki bo skladna z izbrano opremo in tehničnimi rešitvami, ki bo potrdil Investitor.

Pred predajo objekta je potrebno izvesti naslednje meritve:

- Meritve o neprekinjenosti zaščitnih vodnikov,
- Meritve izolacijske upornosti,
- Meritve tokov,
- Meritve impedance okvarnih zank,
- Meritve ozemljitvene upornosti,
- Meritve izenačevanja potencialov.

Vse meritve morajo biti izvedene v skladu z veljavnimi tehničnimi predpisi in standardi. Izvaja jih lahko le pooblaščen oseba.

Pred začetkom izvedbe investitor pripravi varnostni načrt in se z izvajalcem dogovori o skupnih varnostnih ukrepih. Pri montaži in uporabi tehnološke opreme je nujno natančno upoštevati navodila proizvajalca. Po pridobitvi uporabnega dovoljenja mora lastnik stavbe zagotoviti pravočasno in ustrezno izvajanje vseh ukrepov, ki so potrebni za varno uporabo in vzdrževanje vgrajenih električnih inštalacij, skladno z določili Pravilnika o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah.

Redni pregled električnih inštalacij v stavbah, ki vključuje pregled, testiranje in meritve, je potrebno opraviti najkasneje vsakih 8 let. Izredni pregled pa se izvede po morebitnih poškodbah, popravilih ali posegih v inštalacije, vključno z obnovitvami, ki bi lahko vplivale na njihovo varnost.

Vse preboje in kable, ki prehajajo med različnimi požarnimi sektorji, je treba ustrezno zaščititi s protipožarnimi barierami in oblogami, da se prepreči širjenje požara.

Pred začetkom izvedbe in naročila NN kabla je priporočljivo natančno določiti traso načrtovanih NN kablovodov ter preveriti točnost zgoraj ocenjene dolžine. Če je potrebno, se dolžina prilagodi dejanskemu stanju na terenu.

3.5.1.2 Uporabljeni standardi in predpisi ter smernice

- [1] Gradbeni zakon (GZ-1) (Uradni list RS, št. 199/21 in 105/22 – ZZNŠPP),
- [2] Energetski zakon (EZ-1) (Uradni list RS, št. 60/19 – uradno prečiščeno besedilo, 65/20, 158/20 – ZURE, 121/21 – ZSROVE, 172/21 – ZOEE, 204/21 – ZOP in 44/22 – ZOTDS),
- [3] Zakon o gradbenih proizvodih (Uradni list RS, št. 82/13),
- [4] Zakon o tehničnih zahtevah za proizvode in ugotavljanju skladnosti, (Uradni list RS, št. 17/11 in 29/23),
- [5] Uredba o razvrščanju objektov (Uradni list RS, št. 96/22),
- [6] Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah ((Uradni list RS, št. 140/21 in 199/21 – GZ-1),
- [7] Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Uradni list RS, št. 140/21 in 199/21 – GZ-1),
- [8] Pravilnik o protieksplzijski zaščiti (Uradni list RS, št. 41/16),
- [9] Pravilnik o omogočanju dostopnosti električne opreme na trgu, ki je načrtovana za uporabo znotraj določenih napetostnih mej (Uradni list RS, št. 39/16),
- [10] Pravilnik o elektromagnetni združljivosti (Uradni list RS, št. 39/16 in 9/20),
- [11] Pravilnik o požarni varnosti v stavbah (Uradni list RS, št. 31/04, 10/05, 83/05, 14/07, 12/13, 61/17 – GZ in 199/21 – GZ-1), Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (Uradni list RS, št. 70/22 in 161/22),
- [12] Uredba o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije (Uradni list RS, št. 17/19, 197/20 in 121/21 – ZSROVE) ,
- [13] Pravilnik o tehničnih zahtevah naprav za samooskrbo z električno energijo iz obnovljivih virov energije (Uradni list RS, št. 1/16, 46/18 in 121/21 – ZSROVE),
- [14] Zakon o spodbujanju rabe obnovljivih virov energije (Uradni list RS, št. 121/21, 189/21 in 121/22 – ZUOKPOE),
- [15] SIST IEC 60364-1 Nizkonapetostne električne inštalacije — 1. del: Temeljna načela, ocenjevanje splošnih značilnosti, definicije,
- [16] SIST EN 61140:2016 Zaščita pred električnim udarom — Skupni vidiki za inštalacijo in opremo,

- [17] SIST HD 60364-4-41:2017 Nizkonapetostne električne inštalacije, 4-41. del: Zaščitni ukrepi, zaščita pred električnim udarom,
- [18] SIST HD 60364-4-42:2017 Nizkonapetostne električne inštalacije zgradb, 4-42. del: Zaščitni ukrepi, Zaščita pred toplotnimi učinki,
- [19] SIST HD 60364-4-43:2011 Nizkonapetostne električne inštalacije zgradb, 4-43. del: Zaščitni ukrepi, Zaščita pred nadtoki,
- [20] SIST IEC 60364-4-44:2009 Nizkonapetostne električne inštalacije zgradb 4-44. del: Zaščitni ukrepi, Zaščita pred prenapetostmi - Zaščita pred napetostnimi motnjami in pred elektromagnetnimi motnjami,
- [21] SIST HD 60364-4-443:2016 Nizkonapetostne električne inštalacije zgradb 4-44. del: Zaščitni ukrepi, Zaščita pred napetostnimi in elektromagnetnimi motnjami 443. točka: Zaščita pred atmosferskimi in stikalnimi prenapetostmi,
- [22] SIST HD 60364-5-54:2011 Nizkonapetostne električne inštalacije zgradb, 5-54. del: Izbira in namestitvev električne opreme, Ozemljitve in zaščitnih vodnikov,
- [23] SIST HD 60364-5-51:2009 Električne inštalacije zgradb, 5-51. del: izbira in namestitvev električne opreme, Splošna pravila,
- [24] SIST HD 60364-5-52:2011/A11:2018 Nizko napetostne električne instalacije zgradb, 5-52. del: Izbira in namestitvev električne opreme, inštalacijski sistemi,
- [25] SIST EN IEC 61439-2:2021 Sestavi nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav - 2. del: Sestavi močnostnih stikalnih in krmilnih naprav,
- [26] SIST EN 61439-3:2012 Sestavi nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav - 3. del: Električni razdelilniki, s katerimi lahko ravnajo nestrokovnjaki (DBO),
- [27] SIST EN 62305-1:2011/AC:2016 Zaščita pred delovanjem strele, 1. del: Splošna načela,
- [28] SIST EN 62305-2:2012 Zaščita pred delovanjem strele, 2. del: Vodenje tveganja,
- [29] SIST EN 62305-3:2011 Zaščita pred delovanjem strele, 3. del: Fizična škoda na objektih in nevarnost za živa bitja,
- [30] SIST EN 62305-4:2011/AC:2016 Zaščita pred delovanjem strele, 4. del: Električni in elektronski sistemi v zgradbah.
- [31] SIST EN 50341-1:2013 Nadzemni električni vodi za izmenične napetosti nad 1 kV 1. del: Splošne zahteve — Skupna določila,
- [32] SIST EN 61643-11:2012 Nizkonapetostne naprave za zaščito pred prenapetostnimi udari - 11. del: Naprave za zaščito pred prenapetostnimi udari za nizkonapetostne napajalne sisteme
- [33] SIST EN IEC 60099-5:2018 Prenapetostni odvodniki - 5. del: Izbira in priporočila za uporabo,
- [34] Tehnična smernica TSG-N-001:2019 - Požarna varnost v stavbah,
- [35] Tehnična smernica TSG-N-002:2021 - Nizkonapetostne električne inštalacije,
- [36] Tehnična smernica TSG-N-003:2021 - Zaščita pred delovanjem strele,
- [37] Tehnična smernica TSG-1-004:2022 - Učinkovita raba energije,
- [38] IZS, PREGLED ZAKONODAJE, STANDARDOV IN IZRAZOSLOVJA S PODROČJA FOTONAPETOSTNIH SISTEMOV, 2. izdaja, december 2022
- [39] Sistemska obratovalna navodila za distribucijski sistem električne energije (Uradni list RS, št. 7/21 in 41/22)

- [40] NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH
NAPRAV IN HRANILNIKOV PRIKLJUČENIH V DISTRIBUCIJSKO
ELEKTROENERGETSKO OMREŽJE (SONDSEE Priloga 5)
- [41] Smernica SZPV 512 Požarna varnost sončnih elektrarn
- [42] ELES T-3 Enožilni energetski kabli 12/20/24 kV,
- [43] ELES T-10 NN omrežni prenapetostni odvodniki,
- [44] ELES T-4 Trižilni energetski kabli 12/20/24 kV
- [45] GIZ-TS-4 Pribor za kable 12/20/24 kV,
- [46] GIZ-TS-5 Kabelski čevlji in tulci,
- [47] GIZ-TS-6 Tehnični podatki distribucijskega elektroenergetskega omrežja,
- [48] GIZ-TS-7 Smernice za gradnjo nadzemnih vodov,
- [49] GIZ-TS-9 Pojmovnik s področja obratovanja in vzdrževanju -DEES,
- [50] ELES T-5 Univerzalni energetski kabli 12/20/24 kV,
- [51] GIZ TS-11 Prezem in polaganje kablov od 1 kV do 110 kV,
- [52] GIZ TS-12 Usmeritve za gradnjo TP 20 (10)/0.4 kV.

3.5.2 Postavitev opreme

Fotonapetostna elektrarna FE Verovškova 1 na strehi obsega 400 sončnih panelov, vsak z močjo 440 Wp, fotonapetostna elektrarna FE Verovškova 2 pa obsega 490 sončnih panelov, prav tako vsak z močjo 440 Wp. FE Verovškova 1 ima skupno instalirano moč 176 kWp in FE Verovškova 2 pa 215,6 kWp.

FE bo nameščena na aluminijasti podkonstrukciji, katera bo pritrjena na strehi z naklonom 4°, 3°, 2° in 1°, z orientacijo sever-jug in na način, da se ne bo ogrožalo funkcionalnosti objekta.



Slika 1: FE na strehi skladišča na Verovškovi 70

3.5.3 Oprema FE

3.5.3.1 Fotonapetostni moduli

Tabela 1: Splošni podatki MFE

	FE VEROVŠKOVA LJUBLJANA 1
Inštalirana moč elektrarne DC/AC	176 kWp/175 kVA
Lokacija elektrarne	Na strehi obstoječega objekta
Tip fotonapetostnega modula	Monokristalni modul moči Trina Solar 440 W, dual glass, TSM-NEGR9.28
Število modulov	400
Tip in število razsmernikov	Sungrow SG125CX– 125 kVA, 1 kos Sungrow SG50CX– 50 kVA, 1 kos

	FE VEROVŠKOVA LJUBLJANA 2
Inštalirana moč elektrarne DC/AC	215,6 kWp/175 kVA
Lokacija elektrarne	Na strehi obstoječega objekta
Tip fotonapetostnega modula	Monokristalni modul moči Trina Solar 440 W, dual glass, TSM-NEGR9.28
Število modulov	490
Tip in število razsmernikov	Sungrow SG125CX– 125 kVA, 1 kos Sungrow SG50CX– 50 kVA, 1 kos

Moduli so namenjeni za namestitev na prostem. Fotonapetostni generator kot glavna komponenta mora vzdržati tako dolgo tudi pod ekstremnimi vremenskimi pogoji.

Tabela 2: Tehnične lastnosti fotonapetostnega modula Trina Solar TSM-440-NEG9R.28 VERTEX S+

Maksimalna moč (Pmax/W)	440 Wp
Temperaturni koeficient (Isc)	+0,04 %/°C
Temperaturni koeficient (Uoc)	-0,24 %/°C
Napetost pri maksimalni moči (Umpp)	41,0 V
Tok pri maksimalni moči (Impp)	10,67 A
Napetost odprtih spolk (Uoc)	52,2 V
Kratkostični tok (Isc)	10,67 A
Maksimalna sistemska napetost	DC 1500 V (razred A)
Dimenzija (dolžina x širina x debelina)	1762x1134x30 mm
Delovna temperatura	-40°C / +85°C
Teža	21,0 kg
Požarna odpornost (ANSI/UL61730)	IEC Class C / UL type 2
Razred zaščite	Class II
Statična obremenitev spredaj/zadaj	5400/4000 Pa

Podatki o fotonapetostnih moduli in razsmernikih so priloženi kot priloga.

Moduli se povežejo v optimalne nize (stringe), tako da bo čim manjši vpliv delnega senčenja in ostalih izgub. Presek kablov med konci nizov in vhodi v razsmernik je 6 mm² in 10 mm². Kabelski priključki za module so izvedeni z namenskimi kabli z bakrenimi vodniki minimalnega preseka 4 mm², ustrezne dolžine in MC4 konektorji.

Sončni panel se montirajo na podkonstrukcijo, izdelano iz nerjavnega jekla oziroma aluminija. Razsmerniki se montirajo na rob strehe na podkonstrukcijo iz nerjavnega jekla.

3.5.3.2 Razsmerniki

Omrežni razsmernik pretvarja enosmerno napetost iz fotonapetostnega generatorja v izmenično napetost sinusne oblike, ki je sinhronizirana z napetostjo javnega električnega omrežja. Razsmernik deluje popolnoma samodejno. Zaščitne funkcije so vgrajene v razsmerniku.

Tabela 3: Tehnične lastnosti razsmernika SG 125CX-P2

Izkoristek:	
Max. izkoristek (η max)	98,50%
Evropsko merjeni izkoristek (η euro)	98,30%
Vhodna stran razsmernika (DC):	
Nominalna napetost (U_{pv} , nom)	600 V
Max. DC napetost (U_{dc} , max)	1100 V
Max. vhodni tok (I_{vp} , max)	12x30 A
Število MPP vhodov	12
Število MPP vhodov iz PV	2
Izhodna stran razsmernika (AC):	
AC moč, nominalna (P_{ac} , nom)	125 kVA
Max. izhodni tok (I_{ac} , max)	181,1 A
Nominalna AC napetost (U_{ac} , nom)	3 x 400Vac
Nominalna AC frekvenca (f_{ac} , nom)	50 Hz

Faktor jalove moči	Nastavljiv 0,8 – 0,8 (indukt. , kapac.)
Komunikacija:	
RS485	Da
Wi-Fi, Ethernet	Opcijsko , Da
Zaslon	Bluetooth+APP
Zaščita:	
DC zaščita pred reverzno priključitvijo (napačna polariteta)	Da
AC kratkostična zaščita	Da
DC prenapetostna zaščita	Da
DC stikalo/AC stikalo	Da/Ne
Monitoring toka na PV vejah (stringih)	Da
Zaščita pred uhajavimi tokovi	Da
Prenapetostna zaščita	DC Type I+II / AC Type II
Dimenzije (dolžina x širina x debelina)	1051 x 660 x 362,5 mm
Teža	87 kg
Stopnja zaščite	IP66

Tabela 4: Tehnične lastnosti razsmernika SG50CX-P2

Tip razsmernika	SG50CX-P2
Izkoristek:	
Max. izkoristek (η max)	98,5%
Evropsko merjeni izkoristek (η euro)	98,3%
Vhodna stran razsmernika (DC):	
Nominalna napetost (U_{pv} , nom)	600V
Max. DC napetost (U_{dc} , max)	1100 V
Max. vhodni tok (I_{vp} , max)	4 x 30 A
Število MPP vhodov	4
Število MPP vhodov iz PV	2
Izhodna stran razsmernika (AC):	
AC moč, nominalna (P_{ac} , nom)	50 kVA
Max. izhodni tok (I_{ac} , max)	83,6 A
Nominalna AC napetost (U_{ac} , nom)	3 x 400Vac
Nominalna AC frekvenca (f_{ac} , nom)	50 Hz
Faktor jalove moči	0,99/0,8 – 0,8 (indukt. , kapac.)
Komunikacija:	
RS485	Da
Wi-Fi, Ethernet	Opcijsko , Da
Zaslon	LED+Bluetooth+APP
Zaščita:	

DC zaščita pred reverzno priključitvijo (napačna polariteta)	Da
AC kratkostična zaščita	Da
DC prenapetostna zaščita	Da
DC stikalo/AC stikalo	Da/Ne
Monitoring toka na PV vejah (stringih)	Da
Zaščita pred uhajavimi tokovi	Da
Prenapetostna zaščita	DC Type I+II / AC Type II
Dimenzije (dolžina x širina x debelina)	645x575x245 mm
Teža	41kg
Stopnja zaščite	IP66

3.5.3.3 Zbirne elektro omare

Elektro zbirno elektro omaro LMO-SE1 (FE Verovškova 1) se namesti v skladišče poleg obstoječe razdelilne omare skladišča (SB). Na zbirno omaro se povežeta razsmernika moči 125 in 50 kVA. Dovod iz TP0802 se prestavi iz obstoječe razdelilne omare skladišča v novo omaro LMO-SE1. Iz nje pa se bo napajala obstoječa razdelilna omara skladišča.

Elektro zbirno elektro omaro LMO-SE2 (FE Verovškova 2) se namesti v upravno stavbo v prostoru poleg prostora, kjer je obstoječa razdelilna omara upravne stavbe (SB-OG/M+SB OREC). Na zbirno omaro se povežeta razsmernika moči 125 in 50 kVA. Dovod iz TP0802 se prestavi iz obstoječe razdelilne omare upravne stavbe v novo omaro LMO-SE2. Iz nje pa se bo napajala obstoječa razdelilna omara upravne stavbe.

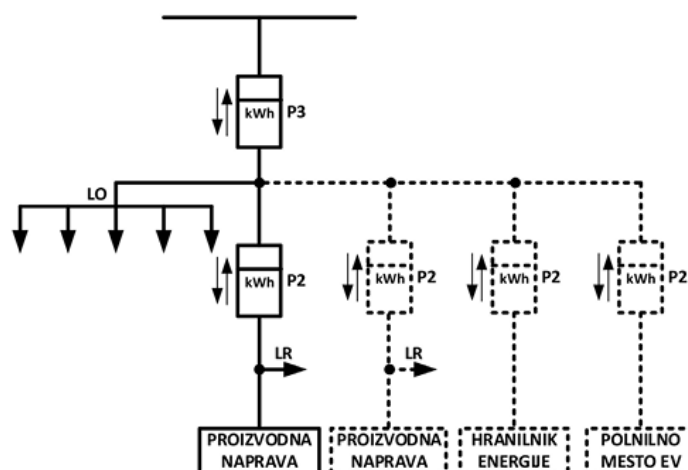
Na zunanji strani, ki je dostopna, se na skladišču in upravni stavbi Javnega holdinga vgradi dve merilni omari PMO-1 (FE Verovškova 1) in PMO-2 (FE Verovškova 2). V PMO-1 in PMO-2 se namesti za vsako elektrarno števec (P2) proizvedene električne energije. Poleg merilne omarice se namesti tipka za izklop v sili. Predvidene povezave so razvidne iz enopolne sheme SIP599.1-PZI.002.

3.5.3.4 Priključitev fotonapetostne elektrarne

Priključitev fotonapetostne elektrarne bo izvedena po tipski PS.2 shemi (SONDSEE Ur. I. RS št. 7/21), ki je splošna shema za proizvodne naprave. Električna priključitev bo posredno izvedena v transformatorski postaji TP0802 – Plinarna, prek obstoječih kablovodov, ki trenutno napajajo stavbo z nameščeno FE in sosednjo upravno stavbo.

Izmenična stran razsmernikov bo priključena na distribucijsko omrežje prek merilno-ločilne točke, ki bo opremljena v skladu s soglasjem za priključitev in pogoji elektrodistributerja.

Skupna navidezna priključna moč oddajanja na vseh števcih P2 mora biti med 80 % in 120 % navidezne priključne moči porabe na števcu P3. Prav tako skupna navidezna priključna moč porabe na števcu P3 ali oddaje na števcih P2 ne sme preseči prenosne zmogljivosti priključka na javno omrežje. V primeru polindirektnih ali indirektnih meritev se velikost tokovnih merilnih transformatorjev določi glede na višjo priključno moč, bodisi za porabo bodisi za oddajo.



Slika 1: PS.2 tipna shema po SONDSEE, (Ur, l. RS. št. 7/21)

3.5.3.5 Kabli in kabelske trase

3.5.3.5.1 DC kabli

Na strehi objekta bodo nameščene cinkane kabelske police širine do največ 400 mm, skupaj s pokrovom, ki bo ščitil kable pred zunanjimi vplivi. Širina polic se bo prilagajala količini kablov in se bo zmanjšala z oddaljenostjo.

Ožičenje fotonapetostnih modulov bo izvedeno med montažo, pri čemer bodo uporabljeni originalni vodotesni kabelski priključki (hitre spojne povezave). Polariteti bosta jasno označeni z rdečo in črno barvo veznih vodnikov. Ožičenje bo izvedeno tako, da bosta pozitivni in negativni vodnik čim bližje skupaj, da se prepreči nastanek večjih induktivnih zank, ki bi lahko negativno vplivale v primeru udarca strele.

Nizi (stringi) bodo podaljšani s solarnimi vodniki tipa H1Z2Z2-K s presekom 6 mm², nameščenimi v zaščitne rebraste UV odporne cevi Euroflex, ki bodo pritrjene pod kovinsko konstrukcijo modulov. Vodniki bodo povezani neposredno v razsmernike, nameščene v objektih, kot je prikazano v grafičnem delu načrta. Na kabelske police, kjer bodo potekali DC kabli, bodo na vsakih 3,5 m nameščene opozorilne oznake z napisom "PV-DV".

3.5.3.5.2 AC kabli

Povezava do stikalnega sestava SB-AC in LMO bo izvedena s kablom tipa NA2XY 4x240 mm², položenim po kabelskih policah z aluminijastimi vodniki. Priporočljivo je, da se pri polaganju kablov v kabelski polici ohrani razdalja med kabli, ki je vsaj enaka premeru kabla.

Povezava med razsmernikom R1 in stikalnim sestavom SB/AC1 bo izvedena s kablom NA2XY 4x150 mm², skupna ocenjena dolžina kabla je 5 metrov. Povezava med razsmernikom R2 in stikalnim sestavom SB/AC1 bo izvedena s kablom NA2XY 4x50 mm², z ocenjeno dolžino 5 metrov.

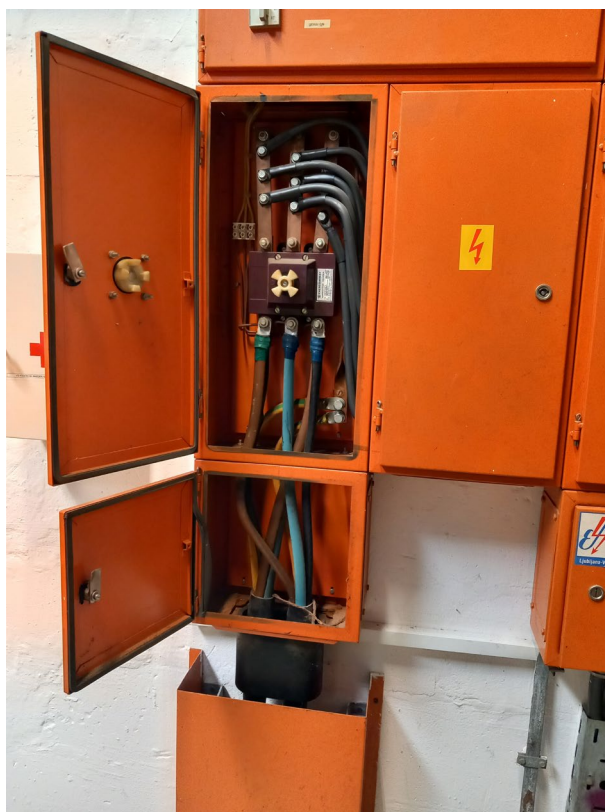
Povezava med razsmernikom R3 in stikalnim sestavom SB/AC2 bo izvedena s kablom NA2XY 4x150 mm², z ocenjenimi 5 metri dolžine. Prav tako bo povezava med

razsmernikom R4 in stikalnim sestavom SB/AC2 izvedena s kablom NA2XY 4x50 mm², dolžine 5 metrov.

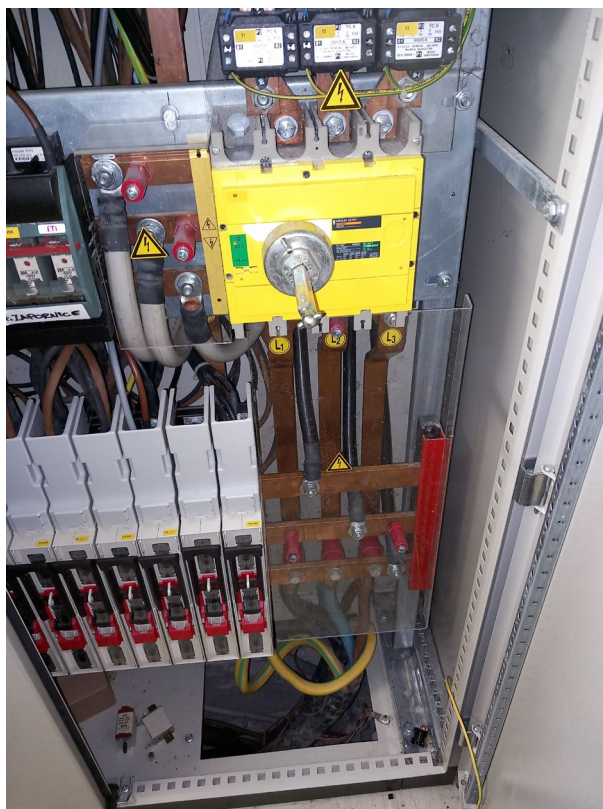
Povezava med stikalnim sestavom SB/AC1 in priključno-merilno omaro LMO-SE1 bo izvedena s kablom NA2XY 4x240 mm², dolžine približno 60 metrov. Povezava med SB/AC2 in LMO-SE2 pa bo izvedena s kablom NA2XY 4x240 mm², dolžine približno 100 metrov.

Povezava od merilne omarice PMO-1 (FE Verovškova 1) do zbirne ločilne merilne omare LMO-SE1 bo izvedena s kabli NYY-J 4x2,5 mm² (napetost) in NYY-J 6x4 mm² (tok).

Povezava od merilne omarice PMO-2 (FE Verovškova 2) do zbirne ločilne merilne omare LMO-SE2 bo izvedena s kabli NYY-J 4x2,5 mm² (napetost) in NYY-J 6x4 mm² (tok).



Slika 2: Obstoječa razdelilna omara v skladišču



Slika 3: Obstoječa razdelilna omara v upravni stavbi

Povezavi med TP0802 in razdelilno omaro skladišča ter med TP0802 in razdelilno omaro upravne stavbe, ki se prestavijo na novi omari LMO-SE1 in LMO-SE2, bodo obstoječe. Uporabljeni so bakreni kabli PP41 presekov $2 \times 4 \times 150 \text{ mm}^2$ in $2 \times 4 \times 120 \text{ mm}^2$.

Nova LMO-SE1 se preko obstoječega kablovoda priključi v transformatorsko postajo TP0802 na obstoječe polje št. 20.



Slika 4: Obstoječe polje 20 (vir: Energetika Ljubljana)

Nova LMO-SE2 se preko obstoječega kablovoda priključi v transformatorsko postajo TP0802 na obstoječe polje št. 22.

*Slika 5: Obstoječe polje 22 (vir: Energetika Ljubljana)*

3.5.3.6 Ločilno mesto

Ločilno mesto predstavlja nabor naprav (stikalnih elementov), ki preprečujejo škodljive vplive proizvodne naprave na NN distribucijsko omrežje, in obratno. Vrstni red stikalnih elementov in njihovih funkcij iz smeri NN distribucijskega omrežja proti proizvodni napravi je naslednji:

1. zaščita pred prekomerno delovno močjo v NN distribucijsko omrežje (ni zahtevana v SZP)
2. kratkostična zaščita ločilnega mesta (varovanje v PMO),
3. zaščita pred preobremenitvijo ločilnega mesta (varovanje v PMO),
4. mesto za lokalni ali daljinski izklop proizvodne naprave (kontaktor v PMO),
5. zemljskostična zaščita ločilnega mesta (ni zahtevana v SZP),
6. napetostne in frekvenčne zaščite ločilnega mesta (nadzorni rele v PMO, ki krmili izklop glavnega odklopnika/kontaktorja).

Pri zaščiti ločilnega mesta PN se uporabljajo za PN tip B moli od vključno 10 kW do 5 MW, ki so priključene v NN ali SN omrežje. Merilni tokokrogi napetostno frekvenčnih električnih zaščit ločilnega mesta morajo biti obvezno opremljeni z varovalkami. Zaščite morajo obvezno meriti vse fazne napetosti za NN omrežje oziroma za SN omrežje odvisno od

izvedbe zaščite in meritev; vse fazne napetosti ali vse medfazne napetosti na katere je proizvodna naprava priključena.

Tabela 5: Napetostno-frekvenčna zaščita Uf-B

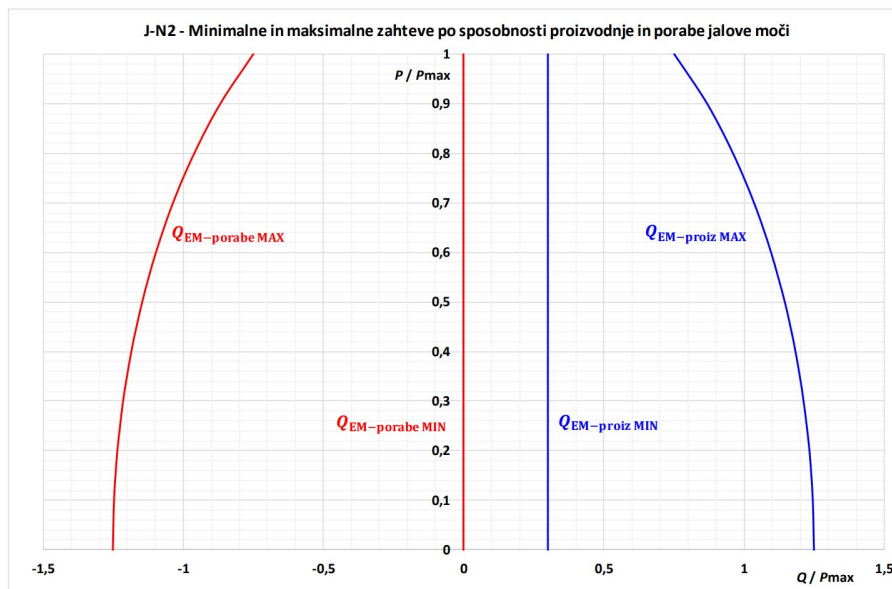
Parameter	Največji dovoljen čas delovanja (s)	Nastavitve
Prenapetostna zaščita (stopnja 2)	0,2	Un + 15 %
Prenapetostna zaščita (stopnja 1)	2,0	Un + 11 %
Podnapetostna zaščita (stopnja 1)	2,0	Un – 15 %
Podnapetostna zaščita (stopnja 2)	0,2	Un – 30 %
Nadfrekvenčna ^a	0,2	52 Hz
Podfrekvenčna ^a	0,2	47 Hz
Izpad omrežja ^b	0,5	5 Hz/s
Ponovni vklop LM na omrežje	60s po vzpostavitvi normalnega stanja omrežja	
Kratkostična zaščita LM	Izvedena z varovalkami	320 A
Pretokovna zaščita LM	Izvedena z varovalkami	320 A

a Frekvenčna zaščita mora biti sposobna delovati vsaj v območju, ki ga določajo maksimalne nastavitve delovanja napetostnih zaščit.

b Zaščito pred izpadom omrežja (kot so na primer skok kolesnega kota, df/dt , sprememba impedance omrežja) ni potrebna. Če jo želi lastnik PN-ja vseeno nastaviti, jo je treba nastaviti na navedeno vrednost.

Vir: SONDSEE, Ur. l. RS, 7/2021, Priloga 5 Navodila za priključevanje in obratovanje proizvodnih naprav in hranilnikov priključenih v distribucijsko elektroenergetsko omrežje, str. 577

Delovni diagram, ki omejuje trajno obratovalno sposobnost proizvodne naprave se mora nahajati znotraj obeh rdečih črt (sposobnost porabe jalove moči) in znotraj obeh modrih črt (sposobnost proizvodnje jalove moči).



Slika 6: : Grafični prikaz minimalnih in maksimalnih zahtev glede proizvodnje in porabe jalove moči J-N2 (Vir: SONDSEE, Ur. l. RS, 7/2021, Priloga 5 Navodila za priključevanje in obratovanje proizvodnih naprav in hranilnikov priključenih v distribucijsko elektroenergetsko omrežje, str. 605)

Ob izrednih stanjih v omrežju (kratki stiki, degradirana napetost, odstopanja frekvence) je zaradi fizikalno tehničnih lastnosti nekaterih EM dovoljeno in pričakovano, da tok prehodno preseže nazivno vrednost ločilnega mesta. Če je EM zaradi znižane napetosti omrežja v stanju preobremenitve več kot 2,5 s je priporočeno omejevati jalovo moč pod

največjo zmogljivost proizvodnje jalove moči ali omejevati navidezno moč pod (1.25 P_MAX) Priporoča se, da se omejevanje ne prične pred 2,5 s ampak tik preden bi delovala tokovna zaščita proti preobremenitvi ločilnega mesta. Na naslednji sliki je prikaz karakteristike jalove moči PN oziroma EM, ki zagotavlja maksimalne zahteve glede jalove moči po karakteristiki J-N3.

3.5.3.7 Komunikacije

Nadzor nad delovanjem elektrarne bo potekal prek spletne aplikacije oziroma platforme. Razsmerniki bodo med seboj povezani s kablom za serijsko komunikacijo RS485. V vsak razsmernik so vgrajeni nadzorni senzorji in oddajniki, prenos podatkov pa poteka prek napajalnih vodov, kar odpravlja potrebo po dodatnem ožičenju. Za povezavo razsmernika z omrežjem investitorja se bo uporabil kabel S/FTP 6a.

Nadzor nad delovanjem elektrarne se vrši s pomočjo specializiranega sistema za upravljanje energije in združuje strojno in programsko opremo EMS ter lokalnega SCADA sistema, podpira energetske dispečiranje elektrarne z energetskimi shranjevalnimi sistemi ter spremlja in diagnosticira naprave elektrarne za enostavno in učinkovito upravljanje in vzdrževanje.

3.5.3.8 Strelovodna zaščita in izenačitev potencialov

Fotonapetostni moduli in povezave morajo biti nameščeni v skladu z II. zaščitnim razredom. Kovinski pritrdilni elementi zagotavljajo galvanske povezave vseh kovinskih delov nastavkov in PV modulov. Na mestih, kjer je polje prekinjeno, je predvidena kabelska galvanska povezava. Ozemljitev fotonapetostnega generatorja se izvede na začetku in koncu vsakega segmenta PV polja. Celoten sistem mora biti povezan na ozemljitveni sistem elektrarne. Galvanske povezave se izvedejo s finožičnim bakrenim vodnikom s PVC izolacijo v rumeno-zeleni barvi H07V-K 1x16 mm² ali polnim aluminijastim vodnikom 50 mm². Kot ozemljitveni sistem bo uporabljen združen ozemljitveni sistem elektrarne.

Obstoječi ozemljitveni sistem se preveri in sanira. V sklopu sanacije se ozemljitveni sistem poveže z obstoječim sistemom sosednjega objekta.

Tračne ozemljilne povezave bodo vkopane na globini pod zmrziščem in na spojih ustrezno protikorozijsko zaščitene. Izvedejo se z Rf valjancem preseka 30x3,5 mm. Ozemljila (palična) se izvedejo z ozemljilnimi sondami. Vse ozemljilne sonde, kovinske konstrukcije in mase na objektu bodo ustrezno ozemljene in povezane na izenačitev potenciala.

Nanje bo med ostalim priključena tudi strelovodna zaščita objekta.

Na objekt se namesti strelovodna zaščita v okviru projekta rekonstrukcije strehe, ki ni del tega projekta.

Izvedena bo izenačitev potencialov kovinske nosilne konstrukcije modulov s strelovodno ozemljitvijo objekta. Navedeno izenačitev potencialov se izvede z aluminijastim ali bakrenim mehko žičnim vodnikom. Izenačitev potencialov med nosilno konstrukcijo in razdelilniki se izvede z vodnikom H07V-K: 1x16 mm².

3.5.3.9 Prenapetostna zaščita

Pogoj za prenapetostno zaščito objekta je ustrezna izvedba strelovodne zaščite in sistem izenačevanja potencialov. Pri projektiranju objekta se je uporabila **Tehnične smernice (TSG-N-003:2021; Zaščita pred delovanjem strele)** tako, da v celoti veljajo skladnosti z zahtevami iz pravilnika.

AC stran se ščiti s prenapetostnimi odvodniki, ki se vgradijo na nizkonapetostni razvod. V DC tokokrogih razsmernikov je s strani proizvajalca razsmernika že vgrajena prenapetostna zaščita tip 1+2 (odvod prenapetosti zaradi posrednega udara strele ali pri delovanju sistema).

3.5.4 Gradbena dela

V obstoječem objektu se v zunanji steni izvedeta dva preboja cca. $\Phi 100\text{mm}$ za potrebe prehodov kablskih povezav. Po njihovi montaži je potrebno preboje ustrezno zatesniti.

Za potrebe izvedbe strelovodnih inštalacij je potrebno na asfaltnih površinah izvesti rezanje in odstranitev asfalta, ki se po izvedbi strelovodnih inštalacij ponovno asfaltirajo in sanirajo.

Nove zbirno merilne omare se pritrdijo v tla s pomočjo vijakov za beton, po potrebi se naredijo utori za prestavitev kabla.

3.5.5 Tehnični izračuni

3.5.5.1 Konfiguracija generatorja električne energije

V sledečih točkah so navedene osnovne smernice za oblikovanje fotonapetostnega generatorja:

- zagotoviti je potrebno čim boljše medsebojno ujemanje fotonapetostnih modulov v fotonapetostnem generatorju (zaporedna vezava - tokovno ujemanje, vzporedna vezava - napetostno ujemanje),
- izogniti se je treba senčenju fotonapetostnega generatorja (zlasti delnemu senčenju, ki je bolj škodljivo, saj lahko
- pride do pregrevanja posameznih senčenih sončnih celic in tokovnega omejevanja celotnega niza),
- napetost fotonapetostnega generatorja (sklopa) v točki maksimalne moči - (MPP napetost) in temperaturi $+70^{\circ}\text{C}$ naj bo večja od spodnje meje vhodne napetosti razsmernika,
- napetost odprtih sponk PV-generatorja (sklopa) pri temperaturi -10°C naj bo manjša kot maksimalna vhodna napetost razsmernika.

3.5.5.2 Dimenzioniranje kablov

Vodniki/kabli so dimenzionirani glede na naslednje parametre:

- bremenski tok,
- kratkostične razmere,
- vrsto vodnika,
- način polaganja kablov,
- material vodnika,
- temperaturo okolice.

Vodniki v izmeničnem sistemu (AC) so proti kratkemu stiku in preobremenitvi zaščiteni z instalacijskimi odklopniki, izbranimi z upoštevanjem obremenitve in selektivnosti. Vodniki za enosmerne (DC) tokokroge so dimenzionirani glede na nazivni tok fotonapetostnih modulov in najvišje pričakovane temperature na izpostavljenih delih (strehi).

Porabniki se napajajo iz nizkonapetostnega omrežja, zato za dovoljeni padec napetosti med napajalno točko električne instalacije in katerokoli drugo točko uporabljamo vrednosti določenih v tehnični smernici (TSG-N-002:2021, 3.1. člen). Priporočen padec napetosti med generatorjem (moduli) in razsmernikom je lahko največ 1%; dopusten padec napetosti med razsmernikom in omrežjem je lahko največ 3%.

3.5.5.2.1 Dimenzioniranje enosmernih (DC) kablov (povezava moduli – razsmerniki)

Potreben minimalni prerez kabla za doseganje dopustnega padca napetosti v enosmernih tokokrogih določimo z naslednjo enačbo:

$$S_{DCmin} = \frac{200 \cdot l_v \cdot P_{MPP}}{u_{DC\%} \cdot U_{nMPP}^2 \cdot \lambda} = 4,75 \text{ mm}^2$$

Kjer je:

S_{DCmin} – minimalni prerez kabla (mm^2)

l_v – dolžina kabla niza v eni smeri (m) – 140 m (največja dolžina kabla)

P_{MPP} – moč niza pri STC (W) – 7480 W

U_{nMPP} – napetost vršne moči niza (V) – 887.4 V (17 modulov zaporedno, najneugodnejši primer)

$u_{DC\%}$ – priporočen padec napetosti (%) – 1%

λ – specifična prevodnost (Sm/mm^2) – 56 Sm/mm^2 za Cu, 35 Sm/mm^2 za Al

Padec napetosti oziroma izgube v enosmernih tokokrogih se določijo z enačbo:

$$u_{DC\%} = \frac{200 \cdot l_v \cdot P_{MPP}}{S_{DCmin} \cdot U_{nMPP}^2 \cdot \lambda}$$

Izračunani minimalni prerez kabla, da zadostimo pogoju priporočenega padca napetosti (1%) znaša 4,75 mm^2 .

Zaščita pred prevelikimi tokovi

Kontrola preseka kabla, glede na dopustni trajni tok vodnika

Kontrolo zaščite pred prevelikimi tokovi izvedemo v skladu s SIST IEC 60363-4-41.

Potrebno je izpolniti dva pogoja:

- pogoj:** Pri dimenzioniranju vodnikov za enosmerni tok velja še zahteva, da mora vodnik trajno prenašati 1,25-kratni tok kratkega stika generatorja. Minimalni presek kabla določimo z upoštevanjem dopustnega trajnega toka vodnika:

$$I_b = 1,25 \cdot I_{SC}$$

$$I_b = I_{SC} \cdot 1,25 = 10,67 \cdot 1,25 = 13,33 \text{ A}$$

$$I_b \leq I'_z$$

$$I'_z = I_z \cdot f_k = 58 \cdot 0,87 \cdot 0,65 = 32,799 \text{ A}$$

$$I_b \leq I'_z \Rightarrow 13,3 \text{ A} \leq 32,799 \text{ A}$$

kjer je:

I_b – maksimalni tok vodnika – 13,33 A

I_z – zdržni tok vodnika, 58A za vodnik Cu, 6 mm^2

I'_z – korigiran zdržni (trajno dovoljeni) tok vodnika

f_k – korekcijski faktor (temperatura okolice – 0,87, število tokokrogov/skupinsko polaganje – 0,87)

Za izvedbo povezav med moduli in priklop na razsmernik se uporabijo enožilni kabli s Cu vodnikom preseka **6 mm²** in izolacijo odporno na svetlobo in vremenske vplive (oznaka H1Z272-K, skladno s standardom SIST EN 50618:2015).

3.5.5.2.2 Dimenzioniranje kablov izmeničnih tokokrogov

Prerez vodnika izberemo skladno s standardom SIST IEC 60364-5-52, kjer upoštevamo:

- bremenski tok
- vrsto vodnika
- tip električne napeljave
- število obremenjenih vodnikov
- material vodnika
- temperaturo okolice

Kabli so proti kratkemu stiku in preobremenitvi zavarovani z zaščitnimi elementi, izbranimi z ozirom na obremenitev, selektivnost ter dovoljeno napetost dotika. Podrobno dimenzioniranje je razvidno iz tabele dimenzioniranja. Izračun potrebnega prereza vodnikov med posameznima razsmernikoma in razdelilno omaro SB/AC, med razdelilno omaro SB/AC in PMO, ter med PMO ter obstoječim stikalnim blokom izvedemo z naslednjo enačbo:

$$S_{ACmin} = \frac{\sqrt{3} \cdot 100 \cdot l_{AC} \cdot I_{AC} \cdot \cos\varphi}{u_{AC\%} \cdot U_{AC} \cdot \lambda}$$

l_{AC} - dolžina kabla

I_{AC} - nazivni izhodni tok razsmernika

$\cos\varphi$ - faktor moči, vrednost 1

$u_{AC\%}$ - dovoljen padec napetosti, 3%

U_{AC} - izhodna napetost razsmernika, 400V

λ - specifična prevodnost vodnikove kovine (za Cu 56Sm/mm², za Al 35 Sm/mm²)

Zaščita pred prevelikimi tokovi

Kontrola preseka kabla, glede na dopustni trajni tok vodnika

Kontrolo zaščite pred prevelikimi tokovi izvedemo v skladu s SIST IEC 60363-4-41.

Potrebno je izpolniti dva pogoja:

1. **pogoj:** Minimalni presek kabla določimo z upoštevanjem dopustnega trajnega toka vodnika:

$$I_b \leq I'_z$$

$$I'_z = I_z \cdot f_k$$

kjer je:

I_b - maksimalni tok vodnika

I_z - zdržni tok vodnika

I'_z - korigiran zdržni (trajno dovoljeni) tok vodnika

f_k - korekcijski faktor (temperatura okolice $t_i=0,87$ upoštevajoč temperaturo zraka 45°C, zaradi odstopanje od nazivne vrednosti 30°C, pri dopustni obratovalni temperaturi kabla 90°C (Smernice in navodila za izbiro, polaganje in prevzem elektroenergetskih kablov nazivne napetosti 1kV do 110kV, 2022; Tabela 44), število tokokrogov/skupinsko polaganje)

2. **pogoj:**

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I'_z$$

kjer je:

I'_z - korigiran zdržni (trajno dovoljeni) tok vodnika

I_2 - tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zaščitne narave /zgornji preizkusni tok, ki zanesljivo izklopi v 60 min)

$$I_2 = k \cdot I_n$$

Kjer je faktor k razmerje med preskusnim in nazivnim tokom zaščitne naprave.

Za kable s preseki 10 mm² ali več, izvajamo kontrole preseka vodnika. Kontrolo minimalnega preseka kablov izvedemo skladno s standardom SIST IEC 60364-4-43 – Zaščita pred nadtoki z uporabo naslednje enačbe:

$$S_{min} = \frac{1}{k} \cdot I_k \sqrt{t} \Rightarrow \sqrt{t} = \frac{k \cdot S}{I_k}$$

$$I_k = \frac{U}{Z}$$

$$Z = \frac{1}{\lambda \cdot S_f} + \frac{1}{\lambda \cdot S_0}$$

kjer je:

S_0 [mm²] – presek zaščitnega vodnika

S_f [mm²] – presek faznega vodnika

λ [Sm/mm²] – specifična prevodnost vodnikove kovine (za Cu 56 Sm/mm², za Al 30 Sm/mm²)

Z [Ω] – impedanca okvarne zanke (kratkostična impedanca, vključujoč vira, vodnika od izvora do mesta okvare in zaščitni vodnik od okvare do vira)

l [m] – dolžina kabla oziroma vodnika

U [V] – napetost proti zemlji

I_k [A] – pričakovani tok kratkega stika (tok okvare)

t [s] – izklopni čas zaščitne naprave (odčitani iz izklopilne karakteristike proizvajalčeve zaščitne naprave)

k – konstanta, odvisna od materiala vodnika in izolacije kabla in znaša

- $k=115$, Cu+PVC
- $k=141$, Cu+guma, polietilen
- $k=76$, Al+PVC
- $k=93$, Al+guma, polietilen

3.5.5.2.3 Kontrola presekov zaščitnih vodnikov in vodnikov za izenačevanje potencialov

Kontrola presekov zaščitnih oz. ozemljitvenih vodnikov in vodnikov za izenačevanje potencialov je izvedena ustrezno standardu SIST IEC 60364-5-54 točka 543, ki določa, da mora biti presek zaščitnega vodnika S dimenzioniran skladno s tabelo 54.3 (*Tabela 7: Dimenzioniranje zaščitnega vodnika*).

V primeru, da zaščitni vodnik ni del kabla ali vodnika, mora imeti najmanjši prerez (SIST IEC 60364-5-54, točka 543.1.3):

- 2,5 mm² za Cu ali 16 mm² za Al, če je vodnik mehansko zaščiten
- 4 mm² za Cu ali 16 mm², če vodnik ni mehansko zaščiten.

Standard določa, da morajo biti preseki vodnikov za povezavo na glavno zbiralko za izenačevanje potencialov (SIST IEC 60364-5-54, točka 543.1.1):

- najmanj 6mm², če je bakren
- najmanj 16mm², če je iz aluminija
- najmanj 50mm², če je jeklen

Dodatni vodnik za izenačevanje potencialov ima ustrezen presek glede na prerez najmanjšega zaščitnega vodnika, vezanega na te prevodne dele.

Tabela 6: Dimenzioniranje zaščitnega vodnika (SIST-HD 60364-5-54:2011, str. 14)

Presek faznega vodnika S (mm ²)	Minimalni prerez zaščitnega vodnika (mm ²)	
	Zaščitni vodnik je iz istega materiala kot fazni vodnik	Zaščitni vodnik ni iz istega materiala kot fazni vodnik
$S \leq 16$	S	$\frac{k_1}{k_2} \cdot S$
$16 < S \leq 35$	16 ^a	$\frac{k_1}{k_2} \cdot 16$
$S > 35$	$\frac{S}{2}$	$\frac{k_1}{k_2} \cdot \frac{S}{2}$
kjer je : k ₁ - vrednost k za fazni vodnik, izbran iz tabele A.53.1 (SIST IEC 60364-5-54) ali iz tabel v standardu SIST IEC 60364-4-43, glede na material vodnika in izolacije. k ₂ - vrednost k za zaščitni vodnik, izbran iz tabel A.54.2 do A.54.6		
^a - za PEN vodnik je redukcija preseka dovoljena samo v soglasju s pravili za dimenzioniranje nevtralnega vodnika SIST IEC 60364-5-52, točka 524)		

Zunanji vplivi na električne inštalacije

Pri projektiranju objekta, izboru in namestitve električne opreme in električnih inštalacij smo upoštevali standard SIST HD 60364-5-51 Nizkonapetostne električne inštalacije – 5-51. del: Izbira in namestitvev električne opreme – Splošna pravila.

Pri klasifikaciji zunanjih vplivov na električno inštalacijo in električno opremo je razvidno, da je zahteva glede izvedbe tesnosti inštalacije v najneugodnejšem primeru IP 66 razsmerniki, IP 54 električne omare. Zahteve po zgoraj navedeni klasifikaciji bodo torej dosežene z vgradnjo ustrezne električne opreme.

3.5.5.3 Zaščita pred električnim udarom

Kot zaščitni ukrep pred udarom električnega toka je predviden samodejni odklop napajanja (varovalke v razdelilni omarici) v TN-C sistemu instalacije.

3.5.5.4 Zaščita pred neposrednim dotikom

Zaščita pred neposrednim dotikom je predvidena z zaščito delov pod napetostjo z izolacijo ter s pregradami in okrovi. Deli pod napetostjo so popolnoma prekriti z izolacijo, ki jo je mogoče odstraniti samo z uničenjem. Pri tovarniško izdelani opremi ta izolacija ustreza standardom za to vrsto opreme. Pri drugi opremi je izolacija izdelana tako, da trajno vzdrži mehanske, kemične, električne in toplotne vplive, ki jim je oprema lahko izpostavljena. Barve, laki, emajli in podobni izdelki ne veljajo za zadostno izolacijo.

Deli pod napetostjo morajo biti zaprti ali pregrajeni tako, da zagotavljajo stopnjo zaščite najmanj IP2X. Kjer so potrebne odprtine, večje od odprtin, ki jih določa zaščita IP2X, so predvideni ustrezni ukrepi, da se prepreči naključni dotik delov pod napetostjo. Pregrade ali krovi, pri katerih so zgornje vodoravne ploskve odprte, nudijo stopnjo zaščite najmanj

IP4X. Pregrade ali okrovi so zanesljivo pritrjeni, zadosti trdni ali trajni, da obdržijo zahtevano stopnjo zaščite in ustrezen odmik od delov pod napetostjo v pogojih normalnega obratovanja.

V primeru, da je potrebno odstraniti pregrado, odpreti okrov, ali odstraniti dele okrova je to možno samo na enega od naslednjih načinov:

- s ključem ali orodjem,
- po odklopu napajanja delov pod napetostjo, ki so zaščiteni s temi pregradami in okrovi, s tem, da je njihovo ponovno napajanje možno šele po njihovi ponovni namestitvi, ali
- da se vstavi druga pregrada, ki zagotavlja stopnjo zaščite najmanj IP2X in ki preprečuje vsak dotik delov pod napetostjo, ki pa se da odstraniti samo s ključem ali orodjem.

3.5.5.5 Zaščita pred posrednim dotikom

Zaščita pred posrednim dotikom je izvedena s samodejnim odklopom napajanja. Pri tem je uporabljena zaščitna naprava na prekomerni tok v omrežju, ki izpolnjuje pogoje sistema TN-C. 1V primeru okvare v izolaciji ima avtomatični odklop napajanja namen, da prepreči nastanek napetosti dotika takšne vrednosti in s takšnim trajanjem, ki bi mogel pomeniti nevarnost v smislu škodljivega fiziološkega delovanja.

Splošni principi zaščit so:

- Ozemljitev - izpostavljene prevodne dele je potrebno povezati z ozemljitveno točko sistema z zaščitnim vodnikom. Zaščitne vodnike je potrebno v ali blizu pripadajočega transformatorja. Zaščitne vodnike je potrebno ozemljiti na mestu vstopa v objekt.
- Glavno izenačenje potencialov - vodniki za glavno izenačenje potencialov medsebojno povezujejo naslednje prevodne dele: glavni zaščitni vodnik, vodnik PEN, glavni ozemljitveni vodnik ali glavno ozemljitveno sponko, cevi in podobne kovinske konstrukcije, kovinske dele konstrukcij, strelovodne instalacije.

3.5.5.6 Pogoj zaščite

Zaščitne naprave in impedance tokokrogov bodo izbrane tako, da se v primeru okvare z zanemarljivo impedanco med faznim in zaščitnim vodnikom ali izpostavljenimi prevodnimi deli kjerkoli v instalaciji avtomatsko odklopi napajanje v času (skladno s TSG-N-002:2021 in SIST IEC 60364-4-41):

- 0,2s (od 231V do 400V) za končne tokokroge, ki se napajajo vtičnice ali neposredno, brez vtičnice, ročne aparate, katerih dostopni prevodni deli so povezani na zaščitni vodnik, ali prenosne aparate, ki se med uporabo ročno premikajo.
- 0,4s (od 121V do 230V) za končne tokokroge, ki se napajajo vtičnice ali neposredno, brez vtičnice, ročne aparate, katerih dostopni prevodni deli so povezani na zaščitni vodnik, ali prenosne aparate, ki se med uporabo ročno premikajo.
- **do 5s za napajalne tokokroge ali za tokokroge, ki napajajo neprenosno opremo, če so priključeni na razdelilnik, na katerega niso priključeni tokokrogi iz prejšnje alineje.**

Ta zahteva je izpolnjena s pogojem:

$$Z_s < \frac{U_o}{I_o}$$

kjer je:

$Z_s [\Omega]$ - impedanca okvarne zanke, ali skupna impedanca tokokroga, ki vsebuje izvor, vodnik pod napetostjo, točke okvare in zaščitni vodnik od izvora do točke okvare

$U_o [V]$ - nazivna fazna napetost

$I_o [A]$ - tok delovanja naprave za samodejni izklop v predpisanem času

V TT in IT sistemih je odklopni čas 1s.

Poleg izračuna je potrebno izvesti preverjanje na inštalaciji. Inštalacija bo izvedena tri vodno za enofazne ter štiri vodno za oziroma pet vodno za trifazne porabnike, kjer je dodatni vodnik zaščitni vodnik. Le-ta bo zvezan na ohišja naprav, zaščitne kontakte vtičnic na eni strani, ter na glavno izenačenje potencialov na drugi strani.

3.5 TEHNIČNO POROČILO

Stran/strani: 24/24

TABELA DIMENZIONIRANJA KABLOV V SKLADU S SIST HD 60364-5-52:2011

PARAMETRI DIMENZIONIRANJA	Oznaka	Enota					
STIKALNI BLOK - točka priključitve			Tipska shema priklopa: PS.2 TP - NN izvod 22	RO2	LMO SE2	Glavni stikalni blok: SB/AC2	Glavni stikalni blok: SB/AC2
Porabnik			RO1 Upravna zgradba	LMO SE2	SB/AC2	Razsmernik +R3	Razsmernik +R4
Tip kabla			2xPP441 4x150mm ²	NA2XY-J 4x240mm ²	NA2XY-J 4x240mm ²	NA2XY-J 4x150mm ²	NA2XY-J 4x50mm ²
tip razvoda - način polaganja			D	E	E	E	E
Nazivna napetost	Un	V	400	400	400	400	400
Konična moč porabnika	Pk	kW	175	175	175	125	50
Faktor delavnosti	cosfi		1	1	1	1	1
Izkoristek	eta		1	1	1	1	1
Nazivni tok porabnika	Ib	A	252,59	252,59	252,59	180,42	72,17
Presek faznega vodnika	Sf	mm ²	300	240	240	150	50
Presek nevtralnega vodnika	So	mm ²	300	240	240	150	50
Zdržni tok kabla iz tabele	Izt	A	824	427	427	311	149
Korekcijski faktor temperature	Ft		1	0,82	0,82	0,87	0,87
Korekcijski faktor za polaganje	Fp		0,7	1	1	0,87	0,87
Trajnidržni tok	Iz	A	576,80	350,14	350,14	235,40	112,78
Konstanta vodnika (Cu=115, Al=74)	K		115	74	74	74	74
Nazivni tok zaščitne naprave	In	A	300	260	260	200	100
Faktor zaščitne naprave	k		1,45	1,45	1,45	1,6	1,6
Tok delovanja zaščitne naprave (I2=kxIn)	I2	A	435	377	377	320	160
1,45*Iz		A	836,36	507,70	507,70	341,32	163,53
Dolžina kabla (tokokroga)	Lt	km	0,15	0,005	0,1	0,005	0,005
Impedanca kratkostične zanke od TP do porabnika pri 3polnem kratkem stiku	Zk	Ω	0,031	0,031	0,039	0,039	0,041
Vrednost impedance okvarne zanke vodnika	Zo	Ω	0,029	0,001	0,015	0,001	0,004
Impedanca okvarne zanke od TP do porabnika	Zsk	Ω	0,062	0,063	0,078	0,079	0,081
Tok kratkega stika pri tripolnem kratkem stiku	Ik3p	A	8207,26	8109,78	6553,20	6454,10	6264,62
Kontrola minimalnega preseka vodnika Smin<S (v odvisnosti od časa odklopa)							
Izpolnjen pogoj Smin<S	Smin	mm ²	22,57	34,66	28,00	5,52	5,35
Kontrola termične obremenitve							
Izpolnjen pogoj: Ib<=In			DA	DA	DA	DA	DA
Izpolnjen pogoj: In<=Iz			DA	DA	DA	DA	DA
Izpolnjen pogoj: I2<=1,45*Iz			DA	DA	DA	DA	DA
Kontrola padcev napetosti							
Padec napetosti na tokokrogu	dU	%	0,977	0,065	1,302	0,074	0,089
Padec napetosti na dovodnem kablu	u0	%	x	0,977	1,042	2,344	2,344
Skupni padec napetosti	usk	%	0,977	1,042	2,344	2,418	2,433

3.5 TEHNIČNO POROČILO

Stran/strani: 25/24

TABELA DIMENZIONIRANJA KABLOV V SKLADU S SIST HD 60364-5-52:2011

PARAMETRI DIMENZIONIRANJA	Oznaka	Enota					
STIKALNI BLOK - točka priključitve			Tipična shema priklopa: PS.2 TP - NN izvod 20	RO1	LMO SE1	Glavni stikalni blok: SB/AC1	Glavni stikalni blok: SB/AC1
Porabnik			RO2 SKLADIŠČE	LMO SE1	SB/AC1	Razsmernik +R1	Razsmernik +R2
Tip kabla			2xPP441 4x120mm ²	NA2XY-J 4x240mm ²	NA2XY-J 4x240mm ²	NA2XY-J 4x150mm ²	NA2XY-J 4x50mm ²
tip razvoda - način polaganja			E	E	E	E	E
Nazivna napetost	Un	V	400	400	400	400	400
Konična moč porabnika	Pk	kW	175	175	175	125	50
Faktor delavnosti	cosfi		1	1	1	1	1
Izkoristek	eta		1	1	1	1	1
Nazivni tok porabnika	Ib	A	252,59	252,59	252,59	180,42	72,17
Presek faznega vodnika	Sf	mm ²	240	240	240	150	50
Presek nevtralnega vodnika	So	mm ²	240	240	240	150	50
Zdržni tok kabla iz tabele	Izt	A	718	427	427	311	149
Korekcijski faktor temperature	Ft		1	0,82	0,82	0,87	0,87
Korekcijski faktor za polaganje	Fp		0,7	1	1	0,87	0,87
Trajni zdržni tok	Iz	A	502,60	350,14	350,14	235,40	112,78
Konstanta vodnika (Cu=115, Al=74)	K		115	74	74	74	74
Nazivni tok zaščitne naprave	In	A	300	260	260	200	100
Faktor zaščitne naprave	k		1,45	1,45	1,45	1,6	1,6
Tok delovanja zaščitne naprave (I2=kxIn)	I2	A	435	377	377	320	160
1,45*Iz		A	728,77	507,70	507,70	341,32	163,53
Dolžina kabla (tokokroga)	Lt	km	0,2	0,005	0,06	0,005	0,005
Impedanca kratkostične zanke od TP do porabnika pri 3polnem kratkem stiku	Zk	Ω	0,043	0,032	0,036	0,037	0,038
Vrednost impedance okvarne zanke vodnika	Zo	Ω	0,030	0,001	0,009	0,001	0,004
Impedanca okvarne zanke od TP do porabnika	Zsk	Ω	0,085	0,063	0,072	0,074	0,076
Tok kratkega stika pri tripolnem kratkem stiku	Ik3p	A	5955,03	8014,60	7025,14	6911,37	6694,55
Kontrola minimalnega preseka vodnika Smin<S (v odvisnosti od časa odklopa)							
Izpolnjen pogoj Smin<S	Smin	mm ²	16,38	34,25	30,02	5,91	5,72
Kontrola termične obremenitve							
Izpolnjen pogoj: Ib<=In			DA	DA	DA	DA	DA
Izpolnjen pogoj: In<=Iz			DA	DA	DA	DA	DA
Izpolnjen pogoj: I2<=1,45*Iz			DA	DA	DA	DA	DA
Kontrola padcev napetosti							
Padec napetosti na tokokrogu	dU	%	1,628	0,065	0,781	0,074	0,089
Padec napetosti na dovodnem kablu	u0	%	x	1,628	1,693	2,474	2,474
Skupni padec napetosti	usk	%	1,628	1,693	2,474	2,548	2,563

3.6 POPIS DEL IN MATERIALA

Stran/strani:

1/1

3.6 POPIS DEL IN MATERIALA

POPIS OPREME, MATERIALA IN DEL
Fotonapetostni elektrarni na Verovškovi 70

1.	POPIS OPREME, MATERIALA IN DEL ELEKTROMONTAŽNA IN OSTALA DELA	0,00 EUR	
I.	FE VEROVŠKOVA 1	0,00 EUR	
II.	FE VEROVŠKOVA 2	0,00 EUR	
III.	ZBIRNI LOČILNO MERILNI OMARI IN NN KABELSKE POVEZAVE	0,00 EUR	
IV.	STRELOVOD IN OZEMLJITVE	0,00 EUR	
V.	OSTALO	0,00 EUR	
	SKUPAJ:	0,00 EUR	
2.	NEPREDVIDENA DELA Nepredvidena dela, ki se obračunajo po dejanski količini vgrajenega materiala in porabljenem času, po potrditvi nadzornika in vpisom dopolnitev/sprememb v gradbeni dnevnik	% 10,00	0,00 EUR
	SKUPAJ Z NEPREDVIDENIMI DELI:	0,00 EUR	

POPIS OPREME, MATERIALA IN DEL
ELEKTROMONTAŽNA IN OSTALA DELA

POSTAVKA No	OPIS	ENOTA	CENJENA KOLIČINA	CENA NA NOTO (EUR)	SKUPAJ (EUR)
Dobava in montaža					
I. FE VEROVŠKOVA 1					
1.1	Dobava, namestitev in priključitev PV panelov moči 440 W skupaj s pritrdilnim materialom (podrobnosti razvidne iz točke 1.2.3 TP)	kom	400	0,00	0,00
1.2	Dobava in izvedba DC Al kabelskih povezav na razsmernike (2x6mm2) skupaj s konektorji, veznim in pritrdilnim materialom	m	3500	0,00	0,00
1.3	Dobava in izvedba DC Al kabelskih povezav na razsmernike (2x10mm2) skupaj s konektorji, veznim in pritrdilnim materialom	m	500	0,00	0,00
1.4	Dobava, namestitev in konfiguracija razsmernikov (podrobnosti razvidne iz točke 1.2.3 TP)	kom	2	0,00	0,00
1.5	Dobava, izdelava in montaža podkonstrukcije sončnih panelov, vključno z vijačnim in sidrnim pritrdilnim materialom, v skladu z delavniškimi risbami ter specifikacijami elementov za montažo na pločevinasto kritino. Uporabi se nerjavno jeklo ali aluminij. Ves spojni material (matice, vijaki, podložke...) mora biti iz nerjavnega jekla ali aluminij. Elementi morajo zagotavljati minimalno 10 let produktne garancije. Opomba: Cena vključuje vse Transporte (zunanje, v delavnici in na gradbišču), vsa potrebna dvižna sredstva ter vse potrebne premične odre in ploščadi, ves osnovni, pomožni ter pritrdilni material.	kpl	1	0,00	0,00
SKUPAJ FE VEROVŠKOVA 1:					0,00
II. FE VEROVŠKOVA 2					
2.1	Dobava, namestitev in priključitev PV panelov moči 440 W skupaj s pritrdilnim materialom (podrobnosti razvidne iz točke 1.2.3 TP)	kom	490	0,00	0,00
2.2	Dobava in izvedba DC Al kabelskih povezav na razsmernike (2x6mm2) skupaj s konektorji, veznim in pritrdilnim materialom	m	4000	0,00	0,00
2.3	Dobava in izvedba DC Al kabelskih povezav na razsmernike (2x10mm2) skupaj s konektorji, veznim in pritrdilnim materialom	m	500	0,00	0,00
2.4	Dobava, namestitev in konfiguracija razsmernikov (podrobnosti razvidne iz točke 1.2.3 TP)	kom	2	0,00	0,00
2.5	Dobava, izdelava in montaža podkonstrukcije sončnih panelov, vključno z vijačnim in sidrnim pritrdilnim materialom, v skladu z delavniškimi risbami ter specifikacijami elementov za montažo na pločevinasto kritino. Uporabi se nerjavno jeklo ali aluminij. Ves spojni material (matice, vijaki, podložke...) mora biti iz nerjavnega jekla ali aluminij. Elementi morajo zagotavljati minimalno 10 let produktne garancije. Opomba: Cena vključuje vse Transporte (zunanje, v delavnici in na gradbišču), vsa potrebna dvižna sredstva ter vse potrebne premične odre in ploščadi, ves osnovni, pomožni ter pritrdilni material.	kpl	1	0,00	0,00
SKUPAJ FE VEROVŠKOVA 2:					0,00
III. ZBIRNI LOČILNO MERILNI OMARI IN NN KABELSKE POVEZAVE					

POPIS OPREME, MATERIALA IN DEL
ELEKTROMONTAŽNA IN OSTALA DELA

POSTAVKA No	OPIS	ENOTA	CENJENA KOLIČINA	CENA NA NOTO (EUR)	SKUPAJ (EUR)
3.1	Dobava in montaža stikalnega sestava LMO-SE (FE Verovškova 1 in FE Verovškova 2) z naslednjim sestavom (posamezne komponente so kot primer, lahko pa so enakovredni ali boljši ekvivalent):	kpl	2	0,00	0,00
	• VX SE prostostoječe ohišje, RITTAL VX25 SE 5844.600 (š=1200, v=2000, g=500) z montažnim priborom	kos	1		
	• SZ LED svetilka 600 z vtičnico 230V, Rittal 2500.110	kos	2		
	• SZ priključni kabel, oranžni, 3m, Rittal 2500.420	kos	2		
	• SZ vratno stikalo za LED svetilko, Rittal 2500.460	kos	2		
	• prenapetostna zaščita Razreda I (C), ProTec T1 3+0 37,5/300	kos	1		
	• odklopnik, sestavljen iz naslednjih elementov, proizvajalca Schrack:				
	~ odklopnik, MC3-MC332431 320A	kos	1		
	~ podnapetostna tuljava, MC2XU208-240AC	kos	1		
	~ motorni pogon, MC 3-XR MC399850	kos	1		
	~ kontaktni element, 1N/C, M22-K01	kos	3		
	~ zaščitno prekritje, MC390045	kos	2		
	~ ločilna plošča faz 3-pol. MC3, MC390512	kpl	1		
	• varovalčni ločilnik, 3p, velikost 000, 125A, za montažo na 60mm sistem,	kos	1		
	kot npr. Schrack SI338020				
	• varovalčni ločilnik, 3p, velikost 2, 240mm ² , 400A, za montažo na 60mm sistem,	kos	1		
	kot npr. Schrack SI336020				
	• talilni vložki velikosti NV/NH 000 gL/gG, 16A	kos	3		
	• talilni vložki velikosti NV/NH 000 gL/gG, 100A	kos	3		
	• talilni vložki velikosti NV/NH 2 gL/gG, 300A	kos	3		
	• instalacijski odklopnik kot npr. Schrack:				
	~ C 6A/1p, kot npr. BMS0	kos	2		
	~ C 6A/3p, kot npr. BMS0	kos	1		
	• signalna lučka sestavljena iz naslednjih elementov, kot npr. proizvajalca Schrack:				
	~ indikator za signalno lučko, bela, MM216771	kos	3		
	~ indikator za signalno lučko, rdeča, MM216772	kos	2		
	~ indikator za signalno lučko, zelena, MM216773	kos	1		
	~ nosilni adapter, MM216374	kos	6		
	~ LED lučka 85-264V AC, bela, MM216563	kos	3		
	~ LED lučka 85-264V AC, rdeča, MM216564	kos	2		
	~ LED lučka 85-264V AC, zelena, MM216565	kos	1		
	~ nosilec oznake, MM216392	kos	6		
	~ adapter za DIN letev, MM216400	kos	6		
	• preklopno stikalo na ključ sestavljeno iz naslednjih elementov, kot npr. proizvajalca Schrack:				
	~ preklopni element s ključem, MM216887	kos	1		
	~ nosilni adapter, MM216374	kos	1		
	~ kontaktni element, 1N/O, MM216376	kos	1		
	~ kontaktni element, 1N/C, MM216378	kos	1		
	~ nosilec oznake, MM216392	kos	1		
	~ adapter za DIN letev, MM216400	kos	1		
	• preklopno stikalo sestavljeno iz naslednjih elementov, kot npr. proizvajalca Schrack:				
	~ preklopni element 0-1, MM216874	kos	1		
	~ nosilni adapter, MM216374	kos	1		
	~ kontaktni element, 1N/O, MM216376	kos	1		
	~ kontaktni element, 1N/C, MM216378	kos	1		
	~ nosilec oznake, MM216392	kos	1		
	~ adapter za DIN letev, MM216400	kos	1		
	• zaščitni rele za mrežo in sistemsko zaščito, kot npr. Schrack SLUR0345-A	kos	1		
	• tokovni transformator, 250/5A, kot npr. TC6 kl. 0,5 žigosani, Circutor	kos	3		

POPIS OPREME, MATERIALA IN DEL
ELEKTROMONTAŽNA IN OSTALA DELA

POSTAVKA No	OPIS	ENOTA	CENJENA KOLIČINA	CENA NA NOTO (EUR)	SKUPAJ (EUR)
	• priključni blok, 1p, 125A+N, 1x35mm², 1x6-16mm², 6x2,5-16mm², kot npr. Schrack IKB01035N • priključni blok, 1p, 125A+N, 1x35mm², 1x6-16mm², 6x2,5-16mm², kot npr. Schrack IKB01035P • vrstne sponke, kot npr. proizvajalca Phoenix Contact: ~ vijačna sponka UT 2,5; 3044076 ~ vijačna sponka UT 2,5 - BU; 3044089 ~ vijačna sponka UT 2,5 - PE; 3044092 ~ zaključek D-UT 2,5/10; 3047028 ~ pritrditvena končna spona E/NS 35 N; 0800886 ~ nosilec oznake KLM-A • bakrena zbiralka, 30x5mm • nosilec zbiralk za 60mm sistem, kot npr. SCHRACK SI015000 • podporni izolator za pritrditev Cu zbiralke, višina 40mm, kot npr. SCHRACK IK011042-A • prekritje nosilca zbiralk, kot npr. SCHRACK SI015730 • prekritje zbiralk, 30x5 kot npr. SCHRACK SI012440 • ključavnica po tipizaciji Elekto Ljubljana • zaščitno prekritje izdelano iz pleksi plošče, izdelano po merah dejanskega stanja • spojni, drobni in vezni material, izolacijski materiali, pritrdilni material, označitveni material, uvodnice... • prenapetostna zaščita Razreda I (C), ProTec T1 3+0 37,5/300 • ločilno stikalo, sestavljen iz naslednjih elementov, proizvajalca Schrack: ~ stikalo, MC3-MC340034, 3-polno 400A ~ zaščitno prekritje, MC390512 • varovalčni ločilnik, 3p, velikost 000, 125A, za montažo na 60mm sistem, kot npr. Schrack SI338020 • varovalčni ločilnik, 3p, velikost 1, 120mm², 250A, za montažo na 60mm sistem, kot npr. Schrack SI336010-A • talilni vložki velikosti NV/NH 000 gL/gG, 100A • talilni vložki velikosti NV/NH 1 gL/gG, 100A • talilni vložki velikosti NV/NH 1 gL/gG, 200A • bakrena zbiralka, 30x10mm • bakrena zbiralka, 30x5mm • nosilec zbiralk za 60mm sistem, kot npr. SCHRACK SI015000 • nosilec zbiralk PE/N, kot npr. SCHRACK SI013560 • prekritje nosilca zbiralk, kot npr. SCHRACK SI015730 • prekritje zbiralk, 30x5 kot npr. SCHRACK SI012440 • ključavnica • sponke, uvodnice, kanali, drobni, vijačni in povezovalni material	kos	1		
		kos	1		
		kos	1		
		kos	28		
		kos	6		
		kos	4		
		kos	4		
		kos	8		
		kos	4		
		m	4		
		kos	3		
		kos	2		
		kos	2		
		m	2		
		kos	1		
		kos	3		
		kos	2		
		kos	1		
		kos	1		
		kos	2		
		kos	2		
		kos	3		
		kos	3		
		kos	3		
		m	6		
		m	4		
		kos	3		
		kos	3		
		kos	2		
		m	2		
		kos	1		
		kos	1		
3.2	Priključno merilna omara PMO (FE Verovškova 1 in FE Verovškova 2) - dobava in montaža ter povezava z naslednjim sestavom (posamezne komponente so kot primer, lahko pa so enakovredni ali boljši ekvivalent): • AX kompaktno ohišje, RITTAL AX 1057.000 (š=500, v=700, g=250) z montažnim priborom • števec električne energije, Iska Amecom T880-T1A42R56 • merilno - spončna garnitura, kot. npr. proizvajalca Strojkoplast MGL-LM • signalna lučka sestavljena iz naslednjih elementov, kot npr. proizvajalca Schrack: ~ indikator za signalno lučko, rdeča, MM216772 ~ nosilni adapter, MM216374 ~ LED lučka 85-264V AC, rdeča, MM216564 ~ nosilec oznake, MM216392 ~ adapter za DIN letev, MM216400	kpl	2	0,00	0,00
		kos	1		
		kos	1		
		kos	2		
		kos	2		
		kos	2		
		kos	2		
		kos	2		

POPIS OPREME, MATERIALA IN DEL
ELEKTROMONTAŽNA IN OSTALA DELA

POSTAVKA No	OPIS	ENOTA	CENJENA KOLIČINA	CENA NA NOTO (EUR)	SKUPAJ (EUR)
	• preklopno stikalo na ključ sestavljeno iz naslednjih elementov, kot npr. proizvajalca Schrack: ~ preklopni element s ključem, MM216887 ~ nosilni adapter, MM216374 ~ kontaktni element, 1N/O, MM216376 ~ kontaktni element, 1N/C, MM216378 ~ nosilec oznake, MM216392 ~ adapter za DIN letev, MM216400 • vrstne sponke, kot npr. proizvajalca Phoenix Contact: ~ vijačna sponka UT 2,5; 3044076 ~ vijačna sponka UT 2,5 - BU; 3044089 ~ vijačna sponka UT 2,5 - PE; 3044092 • ključavnica • sponke, uvodnice, kanali, drobni, vijačni in povezovalni material				
3.3	Dobava in montaža ALU kabla NA2XH 1x240 mm ² (ali podobnega tipa enakih ali boljših lastnosti) od razsmernikov na strehi do zbirne ločilne merilne omare LMO-SE (FE Verovškova 1) in do obstoječe razdelilne omare v upravni stavbi, s spojno opremo (čevlji, vijaki, matice, podložke, skrčke itd.). *Obračun po dejanski porabi.	m	350	0,00	0,00
3.4	Dobava in montaža ALU kabla NA2XH 1x240 mm ² (ali podobnega tipa enakih ali boljših lastnosti) od razsmernikov na strehi do zbirne ločilne merilne omare LMO-SE (FE Verovškova 2) in do obstoječe razdelilne omare v skladišču, s spojno opremo (čevlji, vijaki, matice, podložke, skrčke itd.). *Obračun po dejanski porabi.	m	180	0,00	0,00
3.5	Dobava in montaža kabla NYY-J 6x4 mm ² (ali podobnega tipa enakih ali boljših lastnosti) od PMO (FE Verovškova 1 in FE Verovškova 2) omarice s števcem na dostopnem mestu do zbirne ločilne merilne omare LMO-SE (FE Verovškova 2), s števcem in merilno garnituro ter s spojno opremo (čevlji, vijaki, matice, podložke, skrčke itd.). *Obračun po dejanski porabi.	m	100	0,00	0,00
3.6	Dobava in montaža kabla NYY-J 4x2,5 mm ² (ali podobnega tipa enakih ali boljših lastnosti) od PMO (FE Verovškova 1) omarice s števcem na dostopnem mestu do zbirne ločilne merilne omare LMO-SE (FE Verovškova 1) s števcem in merilno garnituro ter s spojno opremo (čevlji, vijaki, matice, podložke, skrčke itd.) in za izklopne tipke. *Obračun po dejanski porabi.	m	250	0,00	0,00
3.7	Montažni material (kabelske objemke za montažo na tla ali kabelske lestve, trakovi za povijanje, drobni montažni material).	kpl	1	0,00	0,00
3.8	Preverjanje faznega zaporedja kablov, meritve in preizkusi vseh vgrajenih kablov, kabelskih spojk in kabelskih končnikov oz. priključkov.	kpl	1	0,00	0,00
3.9	Ožičenje sistema meritev.	kpl	2	0,00	0,00
3.10	Predelava, dogradnja in ožičenje obstoječe razdelilne omare v upravni stavbi.	kpl	1	0,00	0,00
3.11	Predelava, dogradnja in ožičenje obstoječe razdelilne omare v skladišču.	kpl	1	0,00	0,00
SKUPAJ ZBIRNI LOČILNO MERILNI OMARI IN NN KABELSKE POVEZAVE:					0,00

**POPIS OPREME, MATERIALA IN DEL
ELEKTROMONTAŽNA IN OSTALA DELA**

POSTAVKA No	OPIS	ENOTA	CENJENA KOLIČINA	CENA NA NOTO (EUR)	SKUPAJ (EUR)
IV. STRELOVOD IN OZEMLJITVE					
LOVILNI SISTEM STRELOVODNE INSTALACIJE					
4.1	Dobava in montaža strešnega nosilnega elementa SON16 (Rf-K) iz nerjavečega jekla za pritrdjevanje strelovodnega vodnika AH1 Al fi 8 mm na pločevinasto trapezno kritino oziroma na pločevinasto kapo	kos	890	0,00	0,00
4.2	Dobava in montaža lovilne palice LOP1,5 (Al) višine h=1,5m z distančnim in ustreznim pritrdilnim elementom na pločevinasti strehi.	kos	30	0,00	0,00
ODVODNI SISTEM STRELOVODNE INSTALACIJE					
4.3	Dobava in montaža zidnega nosilnega elementa ZON01 Rf-V za pritrdjevanje strelovodnega vodnika AH1 fi 8 mm na votle stene z izolacijo do 100 mm, z vijakom 160 mm in PVC vložkom fi10 mm	kos	145	0,00	0,00
4.4	Dobava in montaža mehanske vertikalne zaščite VZ01 (Rf) dolžine l = 1,5 m za zaščito zemljevodov. Primerna za nameščanje strelovodnega vodnika na votle stene z izolacijo do 100 mm, skupaj z nosilcema, vijakoma 160 mm in PVC vložkoma fi 10 mm. Zaščita je sestavljena iz 1x VZ vertikalna zaščita gola + 2x VZ nosilec 01.	kos	16	0,00	0,00
KONTAKTNI MATERIAL IN STRELOVODNI VODNIKI					
4.5	Dobava in montaža sponke KON04 A SIMPLE (Rf-V) iz nerjavečega jekla za medsebojno spajanje/podaljševanje okroglih strelovodnih vodnikov.	kos	110	0,00	0,00
4.6	Dobava in montaža merilne sponke KON07 (Rf-V) iz nerjavečega jekla za izvedbo merilnih spojev med okroglimi vodniki.	kos	50	0,00	0,00
4.7	Dobava in montaža sponke KON07 (Rf-V) iz nerjavečega jekla za povezovanje okroglega strelovodnega vodnika na lovilne palice.	kos	30	0,00	0,00
4.8	Dobava in montaža oznak merilnih mest MŠ (Rf-V).	kos	16	0,00	0,00
4.9	Dobava in montaža okroglega aluminijastega strelovodnega vodnika AH1 Al fi 8mm na tipske strelovodne nosilne elemente.	m	910	0,00	0,00
OZEMLJITVENI SISTEM STRELOVODNE INSTALACIJE IN IZENAČITVE POTENCIALOV					
4.10	Dobava in montaža okroglega vodnika RH5*H2 fi10mm iz nerjavečega jekla za izvedbo povezave med ozemljitveno sondo in vertikalnim odvodom.	m	350	0,00	0,00
4.11	Dobava in montaža sponke KON07 (Rf-V) iz nerjavečega jekla za medsebojno spajanje okroglega vodnika RH5*H2 fi10mm in POS Rf ozemljitvene sonde.	kos	16	0,00	0,00
4.12	Dobava in montaža vertikalne ozemljitvene sonde POS Rf (Rf) dolžine l=1,5m iz nerjavečega jekla fi 20 mm za izvedbo ozemljitvene instalacije. Sonda ima možnost podaljševanja, tako da se nova sonda nastavi na predhodno in se zabije, ter s tem predhodno potisne globlje v tla.	kos	16	0,00	0,00
4.13	Izrez povezovalnega utora (dimenzij cca 10 x 30 mm) v asfaltno površino z reskarjem za potrebe izvedbe medsebojnih povezav posameznih vertikalnih POS ozemljitvenih sond in izvedbe medsebojnih povezav sond oziroma navezave na obstoječo ozemljitveno instalacijo, krpanje s hladnim asfaltom oziroma hladno	m	220	0,00	0,00

POPIS OPREME, MATERIALA IN DEL
ELEKTROMONTAŽNA IN OSTALA DELA

POSTAVKA No	OPIS	ENOTA	CENJENA KOLIČINA	CENA NA NOTO (EUR)	SKUPAJ (EUR)
4.14	Izkop jarka (dimezij cca 400x800 mm) v nasutje/tampon in izrez asfalta širine 400 mm za potrebe povezave vertikalnih POS ozemljitvenih sond s strelovodnimi odvodi in navezava na obstoječi ozemljitveni sistem. Zasutje jarka ter sanacija asfaltne površine.	m	38	0,00	0,00
4.15	Vizuelni pregled, meritve strelovodne napeljave z izdajo merilnega poročila s pripadajočo tehnično dokumentacijo	kpl	1	0,00	0,00
4.16	Vizuelni pregled, meritve strelovodne napeljave z izdajo merilnega poročila s pripadajočo tehnično dokumentacijo	kpl	1	0,00	0,00
SKUPAJ STRELOVOD IN OZEMLJITVE:					0,00
V. OSTALO					
5.1	Dokumentacija: • tovarniška dokumentacija s kompletnimi dimenzijskimi in notranjimi vezalnimi shemami kompletnega stikališča), • certifikati, protokoli, testna poročila, poročila meritev, • podloge za PID objekta (vnesene spremembe PZI), • navodila za montažo, obratovanje, vzdrževanje v predpisani obliki, • garancijske izjave, • dokazila, • dokazilo o zanesljivosti, • seznam rezervnih delov in komponent (s "part nr.").	kpl	1	0,00	0,00
5.2	Koordinacija, vodenje in nadzor pooblaščen osebe pri montaži.	kpl	1	0,00	0,00
5.3	Usklajevanja priklopov/odklopov, obračunskega merjenja, z distribucijskim podjetjem in Naročnikom.	kpl	1	0,00	0,00
5.4	Pregledi in testiranja opreme.	kpl	1	0,00	0,00
5.5	Parametriranje, nastavitve, puščanje v pogon in zagon opreme.	kpl	1	0,00	0,00
5.6	Šolanje obratovalnega in vzdrževalnega osebja investitorja.	kpl	1	0,00	0,00
5.7	Sodelovanje pri prevzemu in tehničnem pregledu.	kpl	1	0,00	0,00
5.8	Projektantska asistenca za rešitve, ki bodo odstopale od predvidenih ter zaradi morebitnih neskladij ugotovljenih na terenu	ur	80	0,00	0,00
5.9	Kabelska polica, komplet s tipskimi koleni, tipskimi konzolami, odcepnimi kosi, elementi za dvig in spust, fleksibilnimi nivojskimi elementi in ostalimi tipskimi elementi za montažo (Hladno cinkane): • 100/60 • 300/60	m m	100 140	0,00 0,00	0,00 0,00
5.10	Dodatni pribor za kabelske police (Hladno cinkano) • pokrov kabelske police 100 • pokrov kabelske police 300	m m	100 140	0,00 0,00	0,00 0,00
5.11	Razna nepredvidena dela, ki se obračunajo po urah s potrditvijo nadzornika v gradbenem dnevniku	ur	80	0,00	0,00

POPIS OPREME, MATERIALA IN DEL
ELEKTROMONTAŽNA IN OSTALA DELA

POSTAVKA No	OPIS	ENOTA	POŠTAVKA KOLIČINA	CENJENA NOTO (EUR)	SKUPAJ (EUR)
5.12	Izdelava prebojev: • Material predelnega elementa: stena debeline do 30 cm • Velikost preboja: Ø 100-300 mm • Opis elektro napeljave: kabli • Kompletna odstranitev in gradbiščni transporti, nakladanje in odvoz demontažnega materiala *Opomba: Mikrolokacije prebojev se določi ob izvedbi oziroma v PZI dokumentaciji	kos	4	0,00	0,00
5.13	Tesnenje kabelskih prebojev z ustreznimi materiali, npr. Hilti za preboj v steni 100-300mm.	kos	4	0,00	0,00
5.14	Dobava in montaža ter priključitev tipke za izklop v sili in njena povezava v LMO-SE.	kpl	2	0,00	0,00
5.15	Dobava, montaža, priključitev in parametriranje mrežne opreme, vključno z morebitno programsko opremo za vzpostavitev oddaljenga dostopa in nadzora elektrarne iz nadzornega sistema investitorja in vzpostavitev izmenjave podatkov meritev.	kpl	2	0,00	0,00
5.16	Dobava in montaža ter priključitev mrežnih kablov S/FTP Cat 6a s pripadajočimi konektorji (vsaj 50 kom)	m	300	0,00	0,00
SKUPAJ OSTALO:					0,00

3.7 GRAFIČNI PRIKAZI

Št.	Vsebina	Št. lista
1	Situacijska risba postavitve FE in nove kabelske trase	001
2	Situacijska risba postavitve FE in nove kabelske trase	002
3	Enopolna shema novih priključno merilnih omaric in priključitev v TP0802	003
4	Tripolna shema razsmernika R1 in DC razvoda	004
5	Tripolna shema razsmernika R2 in DC razvoda	005
6	Tripolna shema razsmernika R3 in DC razvoda	006
7	Tripolna shema razsmernika R4 in DC razvoda	007
8	Tripolna shema AC stikalnega sestava	008
9	Blokovna shema komunikacijskih povezav	009
10	Načrt strellovoda in ozemljitev	010

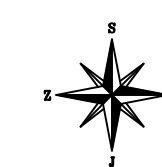


LEGENDA :

PLIN
VROČEVOD
PAROVOD
VODOVOD
KANAL METEORNI
KANAL FEKALNI
KANAL MEŠANI
ELEKTRIKA
TELEFON
JAVNA RAZSVETLJ
JAVNA RAZSVETLJ
MEJA
DOKONČNA MEJA

TOPOGRAFSKI ZNAKI

	KJK		H_POZ
	KJO		ZASUN
	POZ		LUC
	PESK_2		EJ
	JR JAŠEK		TJ
	V JAŠEK		TJO
	H_NADZ		MEJNIK



Sprejeto / Investitor/investor:		Določeno / Datum/Rev. date:		Prejeto / Pošlj./Signature:			
 Energetika Ljubljana d.o.o. Verovška ulica 62 SI-1000 Ljubljana		Objekt/Facility: Delavnica na lokaciji Verovškova ulica 70					
 Projektant/Design engineer: CKŽ 135c, SI-B270 Krško		Del objekta/Part of facility: 					
		Vrsta načrta/Type of design: 2. Načrt s področja elektrotehnike					
		Naziv dokumenta/Title of document: Situacijska risba postavitve FE in nove kableske trase					
Ime in priimek/First name/Name: Matej Vlene, univ. dipl. inž. el.		a. št./d. št.: E-2343					
Odb. projektant: Confirmed by: Sklad. projektant: Checked by:		Dr. Katerina Božič, mag. inž. el. E-2434					
Izdelal: Designed by: Datum: Date:		Dejan Stojimirov, mag. inž. el. / 10.2024		Klas. oznaka/ Class No.: SIP599.1-PZI.E03 SIP599.1-PZI.E03.001		Vrsta dok. Type of doc.: PZI Strani/ Pages/papers: 1 / 1	

D:_SIP599_1-PZI.E03.002_Situacijska risba postavitev FE in nove kabelske trase.dwg

A
B
C
D
E
F
G
H
I
J

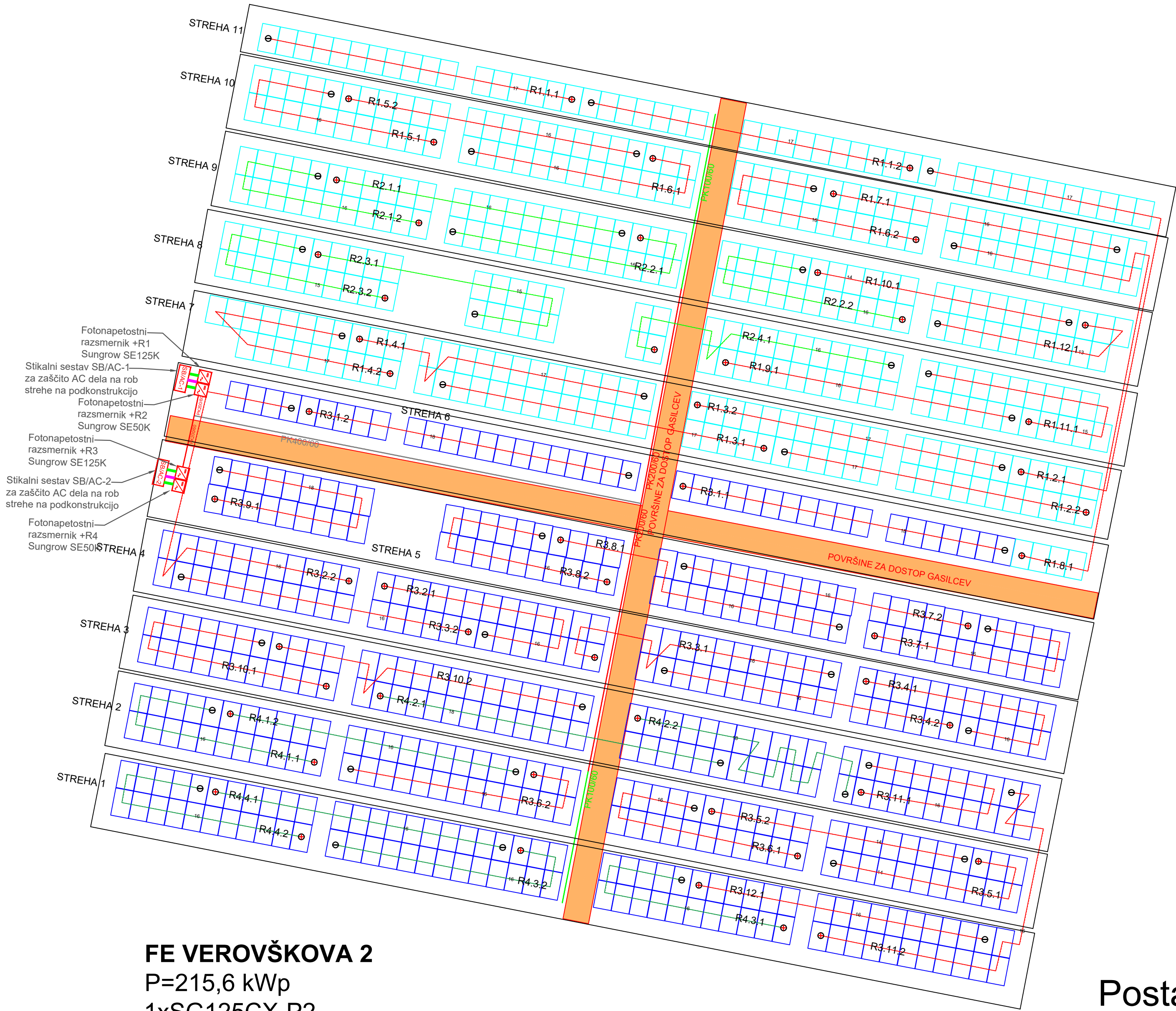
FE VEROVŠKOVA 1

P=176 kWp

1xSG125CX-P2

1xSG50CX-P2

nPV= 400x440W TSM NEG.9R.28



FE VEROVŠKOVA 2

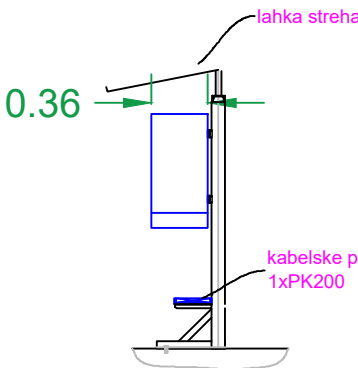
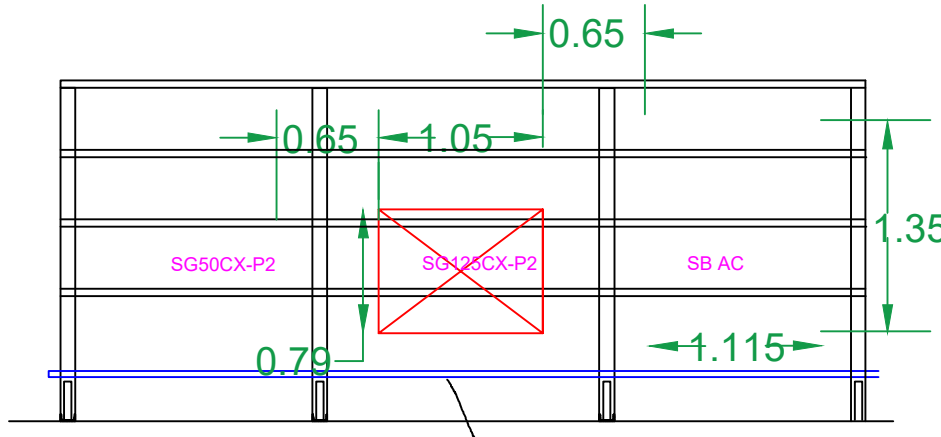
P=215,6 kWp

1xSG125CX-P2

1xSG50CX-P2

nPV= 490x440W TSM NEG.9R.28

Postavitev razsmernikov:



P=127.6kWp
nPV= 290x440W
TSM NEG.9R.28 440W
R1=SG125CX-P2
STRING LIST INVERTER
R1 1.1-17 MODULOV
R1 1.2-17 MODULOV
R1 2.1-17 MODULOV
R1 2.2-17 MODULOV
R1 3.1-17 MODULOV
R1 3.2-17 MODULOV
R1 4.1-17 MODULOV
R1 4.2-17 MODULOV
R1 5.1-16 MODULOV
R1 5.2-16 MODULOV
R1 6.1-16 MODULOV
R1 6.2-16 MODULOV
R1 7.1-16 MODULOV
R1 8.1-16 MODULOV
R1 9.1-16 MODULOV
R1 10.1-14 MODULOV
R1 11.1-15 MODULOV
R1 12.1-13 MODULOV

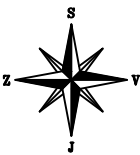
P=48.4kWp
nPV= 110x440W
TSM NEG.9R.28 440W
R2=SG50CX-P2
STRING LIST INVERTER
R2 1.1-16 MODULOV
R2 1.2-16 MODULOV
R2 2.1-16 MODULOV
R2 2.2-16 MODULOV
R2 3.1-15 MODULOV
R2 3.2-15 MODULOV
R2 4.1-16 MODULOV

P=157.52kWp
nPV= 358x440W
TSM NEG.9R.28 440W
R3=SG125CX-P2
STRING LIST INVERTER
R3 1.1-18 MODULOV
R3 1.2-18 MODULOV
R3 2.1-18 MODULOV
R3 2.2-18 MODULOV
R3 3.1-18 MODULOV
R3 3.2-18 MODULOV
R3 4.1-16 MODULOV
R3 4.2-16 MODULOV
R3 5.1-14 MODULOV
R3 5.2-14 MODULOV
R3 6.1-16 MODULOV
R3 6.2-16 MODULOV
R3 7.1-16 MODULOV
R3 7.2-16 MODULOV
R3 8.1-16 MODULOV
R3 8.2-16 MODULOV
R3 9.1-18 MODULOV
R3 10.1-18 MODULOV
R3 10.2-18 MODULOV
R3 11.1-16 MODULOV
R3 11.2-16 MODULOV
R3 12.1-16 MODULOV

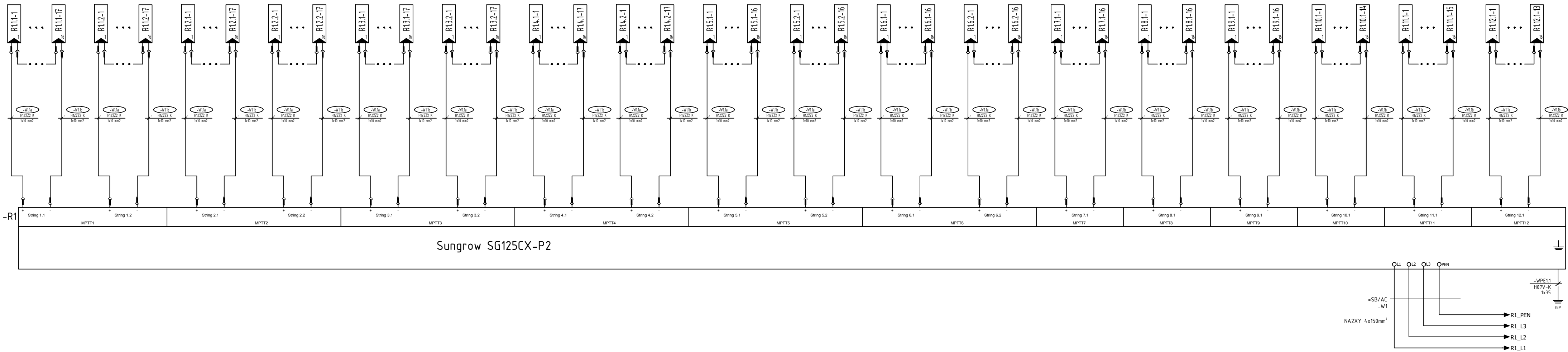
P=58.08kWp
nPV= 132x440W
TSM NEG.9R.28 440W
R4=SG50CX-P2
STRING LIST INVERTER
R4 1.1-16 MODULOV
R4 1.2-16 MODULOV
R4 2.1-18 MODULOV
R4 2.2-18 MODULOV
R4 3.1-16 MODULOV
R4 3.2-16 MODULOV
R4 4.1-16 MODULOV
R4 4.2-16 MODULOV

LEGENDA:

- Kabelske police AC del (PK200/60)
- Kabelske police DC del (PK100/60)
- Kabelske police DC del (PK200/60)
- Kabelske police DC del (PK400/60)
- Razsmerniki (R1 - R4)
- Stikalni sestav SB/AC-1 za zaščito AC dela
- Stikalni sestav SB/AC-2 za zaščito AC dela



Sprej./Reviz.		Opis spremembe/Revizija:				Datum/Rev. date	
Investitor/investor:		Energetika Ljubljana d.o.o. Verovškova ulica 62 SI-1000 Ljubljana		Objekt/Facility:		Streha delavnice na lokaciji Verovškova ulica 70	
Projektant/design engineer:		CKŽ 135c, SI-8270 Krško		Del objekta/Part of facility:			
Projektant/design engineer:		JB energija d.o.o. Kobilje 2, 8273 Leskovec pri Krškem		Vrsta načrta/Type of design:		2. Načrt s področja elektrotehnike	
Ime in priimek/First name/Name:		Dr. Matjaž Vene, univ. dipl. inž. el.		Naziv dokumenta/Title of document:		Situacijska risba postavitve FE in nove kabelske trase	
Dag. volja projekta Approved by:		E-2343		Ime dok. / Type of doc.:		PZI	
Dag. projektant: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		599/2024	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-2434		Ime projekta:		SIP599.1 – PZI.E03.002	
Dag. projektant: Sagel-soprogel: Confirmed by:		E-24					



LEGENDA:

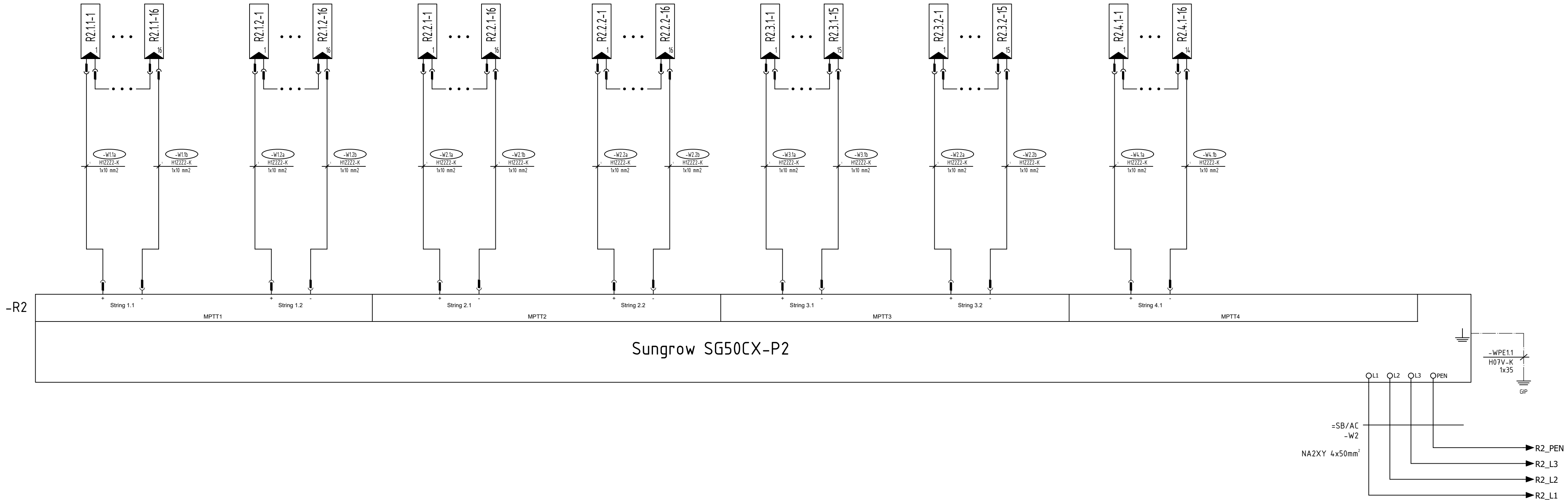
Razsmernik -R1

Sungrow SG125CX-P2 (125 kVA)

Ime stringa Št. modulov
(440W, Trinasolar Vertex S+)

☒	string R1.1.1	17	☒	string R1.5.2	16
☒	string R1.1.2	17	☒	string R1.6.1	16
☒	string R1.2.1	17	☒	string R1.6.2	16
☒	string R1.2.2	17	☒	string R1.7.1	16
☒	string R1.3.1	17	☒	string R1.8.1	16
☒	string R1.3.2	17	☒	string R1.9.1	16
☒	string R1.4.1	17	☒	string R1.10.1	14
☒	string R1.4.2	17	☒	string R1.11.1	15
☒	string R1.5.1	16	☒	string R1.12.1	13

Spremembe/Revisions:		Datum/Rev. date:		Podpis/Signature:	
Investitor/Investor:		Objekt/Facility:		Verovškova ulica 70	
Projektant/Design engineer:		Del objekta/Part of facility:			
Projektant/Design engineer:		Vrsta načrta/Type of design:		2. Načrt s področja elektrotehnike	
Ime in priimek/First name/Name:		Id. št./Id. No.:		Naziv dokumenta/Title of document:	
Dag. vodja projekta/Approved by:		E-2343		Tripolna shema razsmernika R1 in DC razvoda	
Dag. projektant/Confirmed by:		E-2412			
Sodel.-projektant/Checked by:		E-2434			
Dag. projektant/Designed by:		/		SIP599.1-PZI.E03	
Datum/Date:		Merilo/Scale:		SIP599.1-PZI.E03.004	
10.2024		/		1/1	
				PZI	
				Rev. 0	



LEGENDA:

Razsmernik -R2



Sungrow SG50CX-P22 (50 kVA)

Ime stringa Št. modulov
(440W, Trinasolar Vertex S+)

	string R2.1.1	16
	string R2.1.2	16
	string R2.2.1	16
	string R2.2.2	16
	string R2.3.1	15
	string R2.3.2	15
	string R2.4.1	16

Spremembe/Revizije		Datum/Revizija	
Investitor/Investor:		Objekt/Facility:	
Energetika Ljubljana d.o.o. Verovška ulica 62 SI-1000 Ljubljana		Verovškova ulica 70	
Projektant/Design engineer:		Del objekta/Part of facility:	
SIPRO INŽENIRING CKŽ 135c, SI-8270 Krško			
Projektant/Design engineer:		Vrsta načrta/Type of design:	
JB energija d.o.o. Kobila 2 8273 Leskovec pri Krškem		2. Načrt s področja elektrotehnike	
Ime in priimek/First name/Name:		Naziv dokumenta/Title of document:	
Id. št./Id. No.:		Tripolna shema razsmernika R2 in DC razvoda	
Dag. vodja projekta/Approved by:	Matej Vene, univ. dipl. inž. el.	E-2343	
Dag. projektant/Confirmed by:	Simon Per, dipl. inž. el.	E-2412	
Sodel.-projektant/Checked by:	Dr. Katerina Božič, mag. inž. el.	E-2434	
Projektant/Designed by:	Jasmina Arsova, mag. inž. el.	/	
Datum/Date:	10.2024	Merilo/Scale:	/
Št. projekta/Des. No.:		599/2024	Vrsta dok./Type of doc.:
Klas. oznaka/Class. No.:		SIP599.1-PZI.E03	Stran/strani/
Ident. oznaka/Ident. No.:		SIP599.1-PZI.E03.005	Page/pages:
			Revizija/Revision:
			0



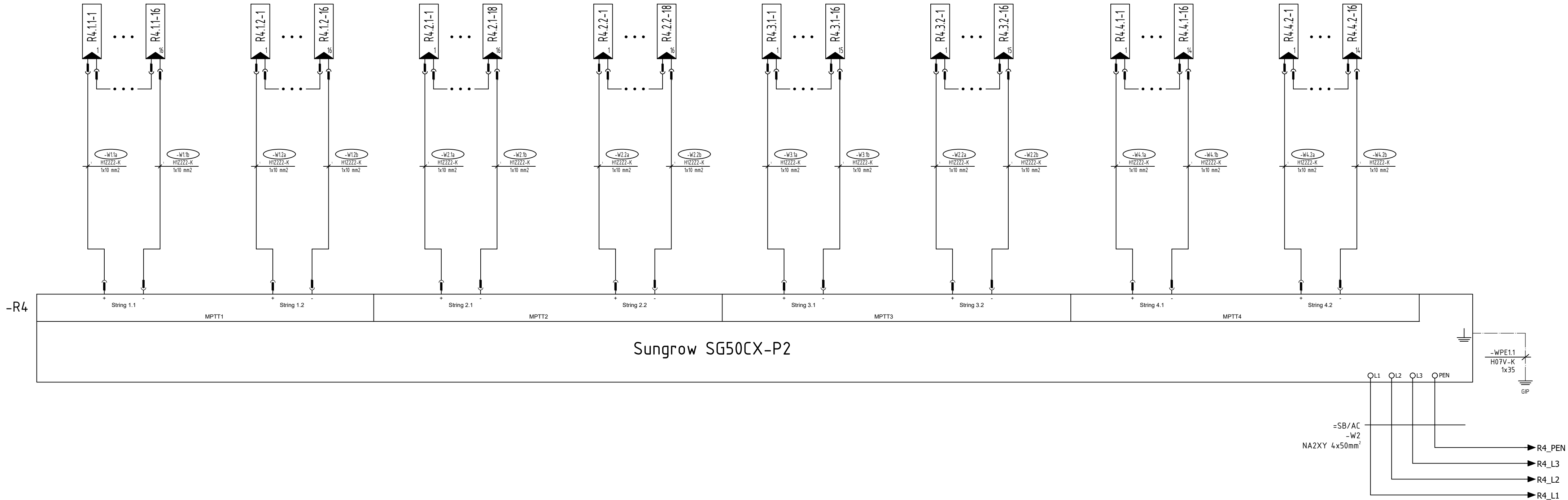
Razsmernik -R3



Sungrow SG125CX-P2 (125 kVA)

Ime stringa	Št. modulov (40W, Trinasolar Vertex S+)			
 string R3.1.1	18		string R3.6.2	16
 string R3.1.2	18		string R3.7.1	16
 string R3.2.1	16		string R3.7.2	16
 string R3.2.2	16		string R3.8.1	16
 string R3.3.1	16		string R3.8.2	16
 string R3.3.2	16		string R3.9.1	18
 string R3.4.1	16		string R3.10.1	18
 string R3.4.2	16		string R3.10.2	18
 string R3.5.1	14		string R3.11.1	16
 string R3.5.2	14		string R3.11.2	16
 string R3.6.1	16		string R3.12.1	16

Spremlj./Rev.:		Opis spremembe/Revision note:		Datum/Rev. date:	
Investitor/Investor:		Energetika Ljubljana d.o.o. Verovška ulica 62 SI-1000 Ljubljana		Objekt/Facility: Verovškova ulica 70	
Projektant/Design engineer:		SiPRO CKŽ 135c, SI-8270 Krško		Del objekta/Part of facility:	
Projektant/Design engineer:		JB energija d.o.o. Koblice 2 8273 Leskovec pri Krškem		Vrsta načrta/Type of design: 2. Načrt s področja elektrotehnike	
ime in priimek/First name/Name:		id. št./id. No.:		Naziv dokumenta/Title of document:	
Odg. vodja projekta: Approved by:		Matej Vene, univ. dipl. inž. el.		E-2343	
Odg. projektant: Confirmed by:		Simon Per, dipl. inž. el.		E-2412	
Sodel.-projektant: Checked by:		Dr. Katerina Božič, mag. inž. el.		E-2434	
Izdal: Designed by:		Jasmina Arsova, mag. inž. el.		/	
Datum: Date:		Merilo: Scale:		/	
Št. projekta: Des. doc. No.:		599/2024		Vrsta dok.: Type of doc.:	
Klas. oznaka: Class. No.:		SIP599.1 – PZI.E03		Stran/strani: Page/pages:	
Ident. oznaka: Ident. No.:		SIP599.1 – PZI.E03.006		Rev.:	



LEGENDA:

Razsmemik -R4

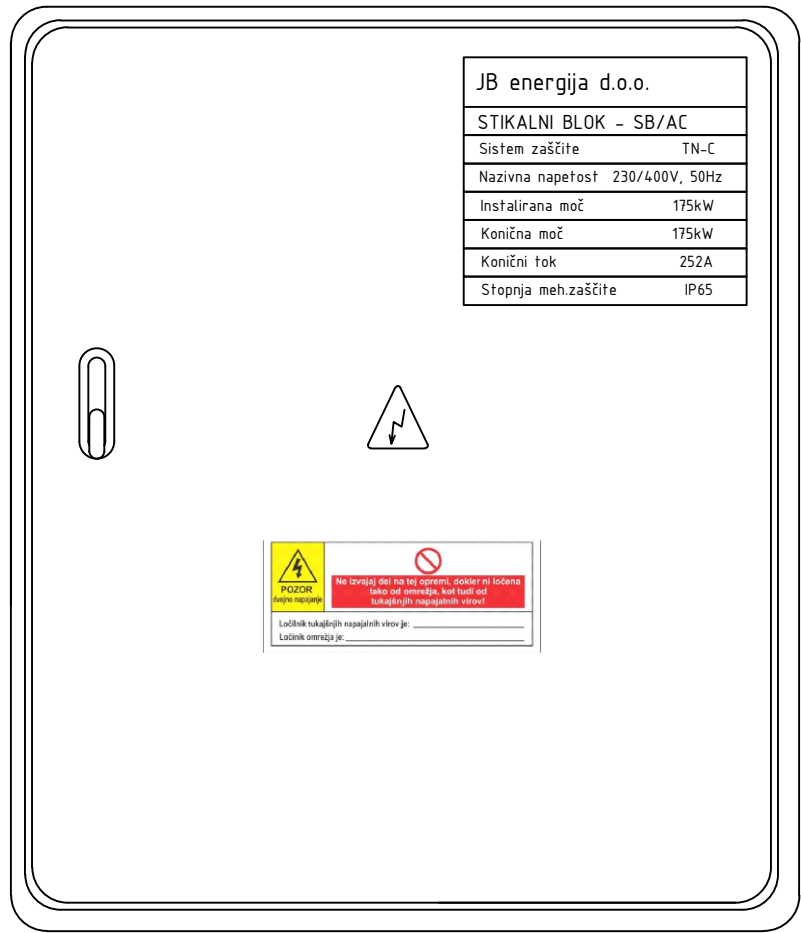


SungrowSG50CX-P2 (50 kVA)

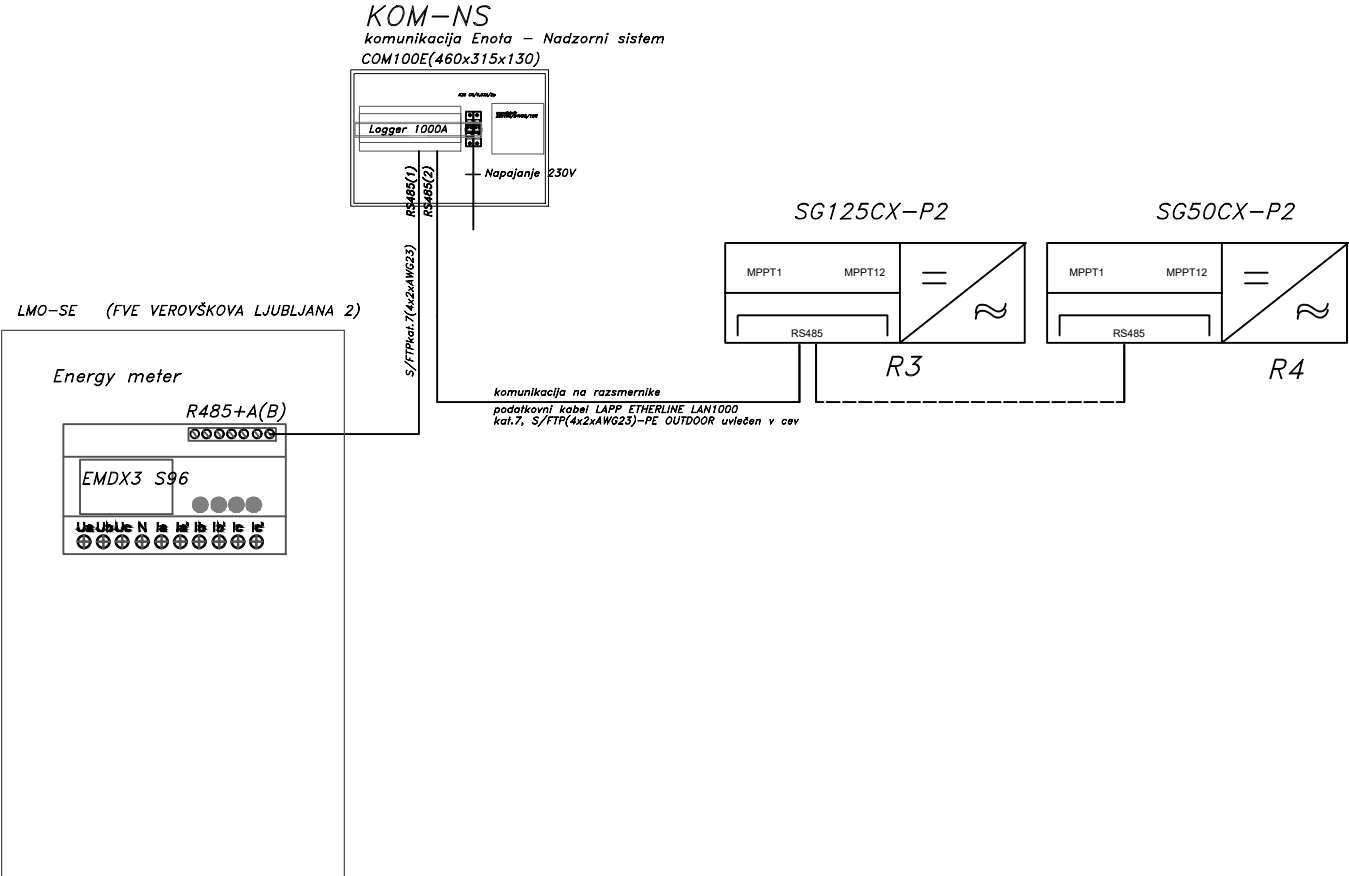
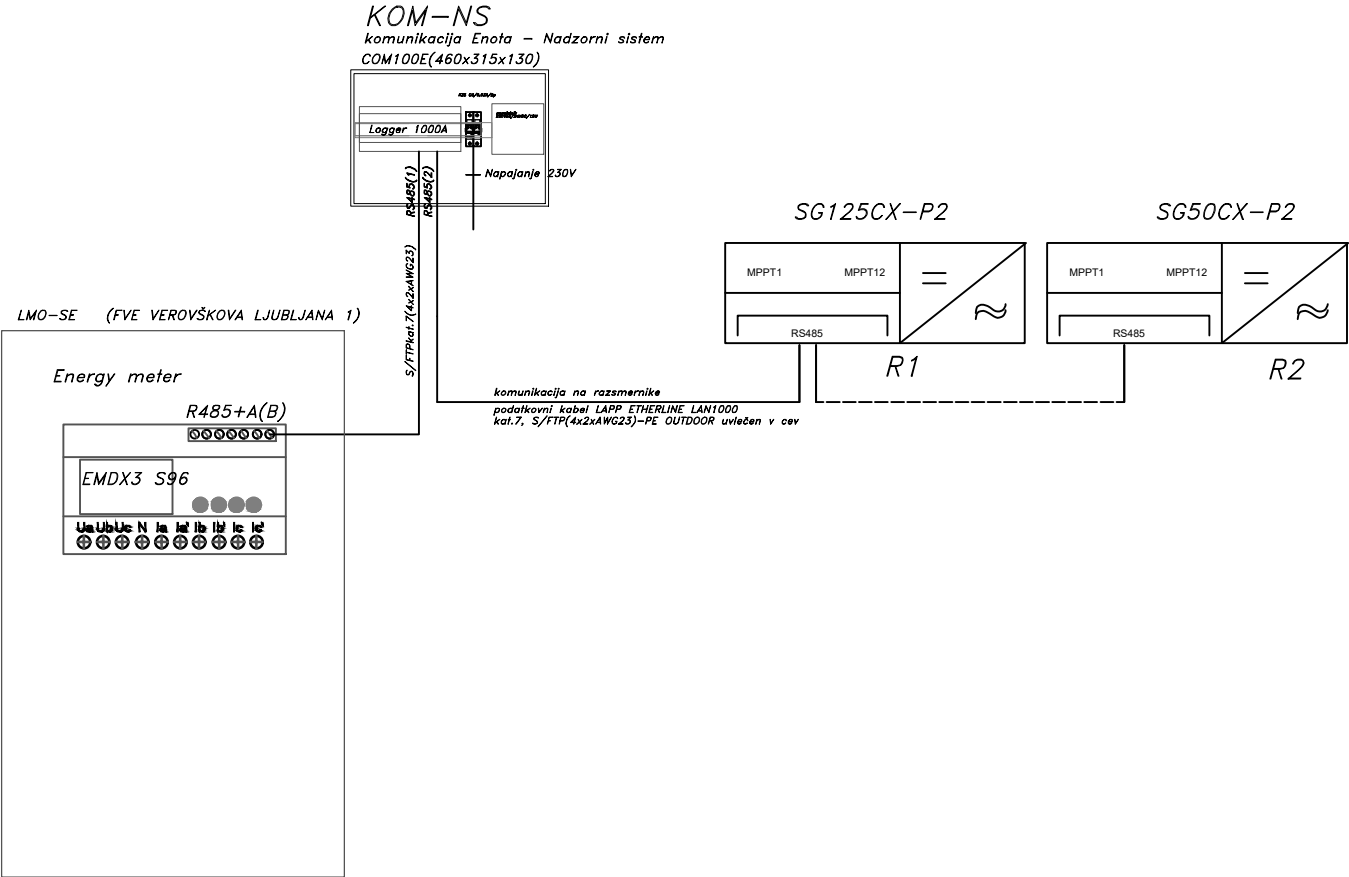
Ime stringa Št. modulov
(440W, Trinasolar Vertex S+)

- string R4.1.1 16
- string R4.1.2 16
- string R4.2.1 18
- string R4.2.2 18
- string R4.3.1 16
- string R4.3.2 16
- string R4.4.1 16
- string R4.4.2 16

Spremem./Rev.:		Opis spremembe/Revision note:				Datum/Rev. date:		Podpis/Signature:					
Investitor/Investor:		Energetika Ljubljana d.o.o. Verovška ulica 62 SI-1000 Ljubljana				Objekt/Facility: Verovškova ulica 70							
		Projektant/Design engineer: CKŽ 135c, SI-8270 Krško				Del objekta/Part of facility:							
		Projektant/Design engineer: JB energija d.o.o. Kobilje 2 8273 Leskovec pri Krškem				Vrsta načrta/Type of design: 2. Načrt s področja elektrotehnike							
													
		Ime in priimek/First name/Name:		Id. št./Id. No.:		Naziv dokumenta/Title of document:							
Odg. vodja projekta/Approved by:		Matej Vene, univ. dipl. inž. el.		E-2343		Tripolna shema razsmernika R4 in DC razvoda							
Odg. projektant/Confirmed by:		Simon Per, dipl. inž. el.		E-2412									
Sodel.-projektant/Checked by:		Dr. Katerina Božič, mag. inž. el.		E-2434		Št. projekta/Des. doc. No.:		599/2024		Vrsta dok./Type of doc.:		PZI	
Zdelo/Designed by:		Jasmina Arsova, mag. inž. el.		/		Klas. oznaka/Class. No.:		SIP599.1-PZI.E03		Stran/strani/ Page/pages:		1/1	
Datum/Date:		10.2024		Merilo/Scale:		/		Ident. oznaka/Ident. No.:		SIP599.1-PZI.E03.007		Rev.:	



Sprem./Rev.: Opis spremembe/Revision note:				Datum/Rev. date:		Podpis/Signature:	
Investor/Investor:  Energetika Ljubljana d.o.o. Verovška ulica 62 SI-1000 Ljubljana				Objekt/Facility: Verovškova ulica 70			
Projektant/Design engineer:  CKŽ 135c, SI-8270 Krško				Del objekta/Part of facility:			
Projektant/Design engineer:  JB energija d.o.o. Kobile 2 8273 Leskovec pri Krškem				Vrsta načrta/Type of design: 2. Načrt s področja elektrotehnike			
		Ime in priimek/First name/Name:		Id. št./Id. No.:		Naziv dokumenta/Title of document:	
Odg. vodja projekta: Approved by:		Matej Vene, univ. dipl. inž. el.		E-2343		Tripolna shema AC stikalnega sestava	
Odg. projektant: Confirmed by:		Simon Per, dipl. inž. el.		E-2412			
Sodel.-projektant: Checked by:		Dr. Katerina Božič, mag. inž. el.		E-2434			
Izdelal: Designed by:		Jasmina Arsova, mag. inž. el.		/		Št. projekta: Des. doc. No.: 599/2024 Vrsta dok.: Type of doc.: PZI	
						Klas. oznaka: Class. No.: SIP599.1-PZI.E03 Stran/štos: Page/pages: 1/1	
Datum: Date: 10.2024		Merilo: Scale: /		Ident. oznaka: Ident. No.: SIP599.1-PZI.E03.008		Rev.: 0	



Sprem./Rev.:		Opis spremembe/Revision note:	Datum/Rev. date:	Podpis/Signature:			
Investitor/Investor:		Objekt/Facility:					
 Energetika Ljubljana d.o.o. Verovška ulica 62 SI-1000 Ljubljana		Verovškova ulica 70					
Projektant/Design engineer:		Del objekta/Part of facility:					
 CKŽ 135c, SI-8270 Krško							
Projektant/Design engineer:		Vrsta načrta/Type of design:					
 JB energija d.o.o. Kobile 2 8273 Leskovec pri Krškem		2. Načrt s področja elektrotehnike					
	Ime in priimek/First name/Name:	Id. št./Id. No.:	Naziv dokumenta/Title of document:				
Odg. vodja projekta: Approved by:	Matej Vene, univ. dipl. inž. el.	E-2343	Blokovna shema komunikacijskih povezav				
Odg. projektant: Confirmed by:	Simon Per, dipl. inž. el.	E-2412					
Sodel.-projektant: Checked by:	Dr. Katerina Božič, mag. inž. el.	E-2434	Št. projekta: Des. doc. No.:	599/2024	Vrsta dok.: Type of doc.:	PZI	
Izdala: Designed by:	Jasmina Arsova, mag. inž. el.	/	Klas. oznaka: Class. No.:	SIP599.1-PZI.E03	Stran/strani: Page/pages:	1/1	
Datum: Date:	10.2024	Merilo: Scale:	/	Ident. oznaka: Ident. No.:	SIP599.1-PZI.E03.009	Rev.: Rev.:	0

LEGENDA:

- | | |
|---|---|
|  | strelovodni vodnik AH1 Al Ø8mm |
|  | strelovodni vodnik RH5*H2 Rf Ø10mm |
|  | spunka za povezavo ozemljilnega traku KON01 |
|  | merilni spoj med ozemljilom in odvodnim vodnikom |
|  | lovilna palica višine h=1,5m |
|  | POS Rf vertikalna ozemljitvena sonda dolžine l=1,5m |
|  | izvod ozemljitvenega sistema |

[illegible]